

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

### I. Pengertian dan Ruang lingkup Agro ekologi

- A. Word food balances
- B. Konsep dan pengertian ekosistem
- C. Evolusi system pertanian
- D. Ekologi domestikasi pertanian
- E. Ekologi pertanian
- F. Ekologi dan sifat pertanian modern

### II. Konsep dan pengertian Ekosistem

- A. iklim dan pertanian
- B. bio klimatologi
- C. pembentukan dan struktur
- D. unsur hara dan nutrient
- E. impact fertilizer
- F. impact irrigation
- G. peranan mikrobiologi tanah
- H. pengelolaan ekosistem tanah
- I. sifat tanaman dan hama tanaman
- J. pengendalian hama dan penyakit
- K. aplikasi pestisida secara konvensional dan alternative
- L. pengendalian biologi
- M. hasil resistensi
- N. pengendalian hama penyakit terpadu
- O. pelestarian tanaman

### III. Dinamika Agro ekosistem

#### IV. Pelestarian lingkungan

##### Daftar Pustaka

## **I. Pengertian dan Ruang lingkup Agro ekologi**

Agroekologi merupakan gabungan tiga kata, yaitu Agro (pertanian), Eko/Eco (lingkungan), dan Logi/logos (ilmu). Secara sederhana, Agroekologi dimaknai sebagai ilmu lingkungan pertanian. Secara lebih luas, Agroekologi dimaknai ilmu yang mempelajari hubungan anasir (faktor) biotik dan abiotik di bidang pertanian.

Pengertian faktor biotik dan abiotik di bidang pertanian agak berbeda dengan pemahaman terdahulu, terutama anggapan bahwa Tanah, Air dan Udara yang dulu dianggap benda mati, sekarang dipandang sebagai faktor yang ‘hidup’ karena di dalam tanah, air dan udara berlangsung sistem kehidupan yang saling mempengaruhi. Hal ini dapat dibuktikan dengan sifat dinamis tanah, air dan udara. Tanah dapat berubah dari subur menjadi gersang/tandus dan dari lestari menjadi tercemar. Air tidak selalu dipandang sebagai sumberdaya yang tak terbatas dan dapat diperbaharui. Kedudukan air berkualitas tinggi saat ini sangat mengawatirkan karena banyaknya sumber pencemar yang dibuang ke badan-badan air. Udara juga bukan benda yang gratis lagi, terutama di daerah kota-kota besar dan kawasan industri, dimana kondisi udara semakin menurun kualitasnya.

Agroekologi lebih menekankan pentingnya memperhatikan faktor lingkungan dalam budidaya pertanian. Pertanian bukan sekedar interaksi antara petani dengan tanamannya. Aktifitas pertanian secara kompleks melibatkan banyak faktor, terutama manusia, hewan, lahan dan iklim. Faktor manusia sangat didominasi kondisi sosial dan ekonominya. Faktor hewan terdiri dari hewan makro (ternak, ikan) dan hewan mikro (mikrobia). Faktor lahan meliputi kondisi fisiografi (kelerengan dan ketinggian tempat), tanah, air, dan tanaman. Faktor iklim terdiri dari sinar matahari, suhu, kelembaban, angin dan curah hujan.

Masing-masing komponen di atas dikaji lebih mendalam tentang sifat atau karakteristiknya. Kemudian interaksi antar komponen dan pola manajemen yang tepat dalam mengendalikan kondisi agroekologi di suatu tempat.

Konsep agroekologi mengenal model pengelolaan berdasar kondisi agroekologi yang bersifat spesifik. Masing-masing lokasi dapat berbeda kondisi agroekologinya, sehingga memerlukan manajemen/pengelolaan yang berbeda pula. Konsep pengelompokan agroekologi ini sering disebut sebagai Zone Agroekologi (Agroecological Zone).

Manajemen lahan berdasarkan kondisi agroekologi sangat penting dilakukan, terutama terkait dengan kegiatan pengembangan wilayah yang terkait dengan bidang pertanian secara luas (budidaya tanaman pangan & hortikultura, perkebunan, kehutanan, peternakan dan perikanan). Faktanya masing-masing bidang ini terkait satu dengan yang lain.

Pengelolaan lahan yang berdasarkan kondisi agroekologi dapat dilihat pada penerapan Agroforestry/Wanatani (gabungan pertanian dan kehutanan) dan Agrocomplex/Biocyclofarming/Pertanianterpadu. Bentuk aplikasi yang lain dapat dilihat pada penerapan kebijakan dalam pengembangan wilayah, misalnya lahan yang subur tetap dipertahankan untuk pertanian-perkebunan-kehutanan, pengembangan komoditas tanaman berdasarkan tingkat kesesuaian lahan (land suitability), dll. Bahkan aktifitas bisnis di bidang pertanian (agribisnis) juga perlu mendasarkan pada kondisi agroekologi setempat. Hal ini dapat dilihat misalnya ada keterkaitan antara kondisi lahan dengan kualitas produk pertanian, antara kondisi lahan dengan jalur transportasi ke pasar, dll.

Mengingat pentingnya peranan agroekologi ini, maka pengembangan produksi dan bisnis di bidang pertanian sangat perlu memperhatikan kondisi ekologi setempat dan bagaimana upaya jitu dalam melestarikannya.

**Sumber** : Kundarto, Muhamad, SP, MP (2009). *Mengenal Agroekologi*. From : <http://mkundarto.wordpress.com/2009/10/01/mengenal-agroekologi/>

Pembangunan pertanian dalam arti luas merupakan salah satu sektor pembangunan penting untuk mensejahterakan kehidupan masyarakat. Namun demikian kegiatan sektor ini tidak terlepas dari dampak negatif yang dapat mengancam hasil pembangunan itu sendiri. Dengan tuntutan peningkatan produktivitas pada seluruh komoditi pertanian, pertimbangan kelestarian sumberdaya, kesinambungan dan wawasan lingkungan sering tidak lagi menjadi perhatian penting para penentu kebijakan. Berbagai contoh pelaksanaannya antara lain terlalu bernafsunya mengejar produktivitas komoditi tanaman pangan/semusim, hutan tanaman industri, pengembangan tambak dan pengembangan agribisnis yang lain yang tidak mengindahkan kepentingan kelestarian dalam jangka panjang. Keseluruhan bentuk kebijakan pengembangan ini menempatkan produktivitas sebagai tujuan utama tanpa disertai upaya yang memadai untuk mencegah atau menanggulangi dampak negatif yang ditimbulkannya. Di pihak lain jumlah penduduk baik Indonesia maupun dunia terus bertambah cepat yang menuntut hasil pertanian ikut bertambah pula. Sementara itu kecenderungan produksi pertanian yang sudah levelling off ikut menambah beban pemikiran aspek ini jika penyelesaian positif yang diharapkan. Atas dasar kenyataan inilah agroekologi perlu

dikembangkan sehingga dapat diperoleh format kompromi yang mengakomodasikan kepentingan semua aspek melalui pendekatan yang holistik.

Budidaya pertanian yang dalam pengertian ini termasuk pertanian tanaman pangan, kehutanan, peternakan dan perikanan sudah saatnya ditempatkan dalam porsi kesatuan yang utuh dalam suatu ekosistem sumberdaya alam. Karena itu sebagai konsekuensinya budidaya tersebut berarti mengelola ekosistem sumberdaya alam yang mempunyai kaidah-kaidah tertentu. Pemahaman kaidah-kaidah ini dalam ekosistem sumberdaya tertentu akan membantu pengelolaannya sehingga didapatkan optimalisasi produktivitas dan kelestariannya. Cakupan ruang lingkup kegiatannya adalah mencari bentuk-bentuk pengelolaan ekosistem sumberdaya alam yang sudah semakin langka melalui pendekatan pertanian ekologis (ecologically support system) agar diperoleh manfaat optimal bagi kesejahteraan masyarakat dalam jangka panjang. Hal ini sejalan dengan perkembangan politik saat ini yang menuju pada otonomi daerah, karena diharapkan mampu meningkatkan pendapatan asli daerah (PAD) tanpa mengorbankan kondisi lingkungan baik jumlah maupun intensitasnya. Atas dasar pertimbangan tersebut, perlu segera dikaji bentuk-bentuk pengelolaan ekosistem sumberdaya pertanian yang dapat meningkatkan produktivitas secara ekonomis, dan yang dapat mempertahankan kelestarian lingkungannya. Untuk pengembangan konsep ini diusulkan dibentuk satu wadah yang berbentuk Pusat Studi Agroekologi yang merupakan studi interdisipliner lintas fakultas di Universitas Gadjah Mada.

Pada prinsipnya konsep agroekologi adalah upaya ekologis untuk mempertemukan kondisi ekologis sumberdaya dengan kondisi ekologis manusia guna mendapatkan manfaat optimal dalam jangka panjang. Kegiatan yang digarap dalam kaitan ini antara lain adalah dalam pilar-pilar berupa agroekosistem, agribisnis, agroindustry, agroforestry, hutan tanaman industri (industrial forest plantation), silvofishery, ekosistem Daerah Aliran Sungai dan ekosistem hutan.

Dalam praktek di lapangan konsep agroekologi adalah upaya mencari bentuk pengelolaan sumberdaya lahan permanen, baik dalam satu komoditi maupun kombinasi antara komoditi pertanian dan kehutanan dan atau peternakan/perikanan secara simultan atau secara bergantian pada unit lahan yang sama dan bertujuan untuk mendapatkan produktivitas optimal, lestari dan serbaguna, dan memperbaiki kondisi lahan atau lingkungan. Dengan demikian konsep ini mencakup aspek struktur ekosistem (structural attribute of ecosystem), yaitu jenis dan susunan tanaman/komoditasnya; fungsi ekosistem (functional attribute of ecosystem) yaitu produktivitas, kelestarian dan perbaikan lahan/lingkungan hidup; dan yang tak kalah penting yaitu kelembagaan, tenaga kerja, teknik pengelolaan dan sosial ekonomi.

Kerangka ini akan semakin luas lagi jika diingat bahwa pelaksana agroekologi adalah:

- a. petani
- b. perusahaan swasta
- c. Badan Usaha Milik Negara
- d. Pemerintah/Dinas terkait

Berdasarkan konsep ini, menjadi jelas bahwa agroekologi merupakan bentukan sistem yang kompleks yang semestinya tidak diselesaikan secara parsial dengan beberapa komponen saja. Interaksi antar komponen menuntut penalaran yang komprehensif, dengan mempertimbangkan seluruh komponen secara simultan. Oleh karena itu pendekatan permasalahan ini lebih kepada observational research daripada experimental research. Pendekatan yang disebut pertama akan mempertimbangkan seluruh faktor secara bersama sehingga dapat memberikan kesimpulan yang lebih akurat. Sementara itu jika pendekatan yang disebut kedua yang digunakan dikhawatirkan akan terlalu banyak asumsi terhadap variabel-variabel lain sehingga kesimpulannya diragukan akurasi. Untuk inilah terapan model-model statistik yang melibatkan banyak variabel secara simultan diharapkan dapat menyelesaikan masalah ini sebaik-baiknya.

Terapan pendekatan observational research dalam agroekologi bukan saja menuntut kecanggihan model statistis/matematis yang digunakan tetapi penggunaan parameter setiap komponen utama pendukungnya sangat penting mulai dari atribut struktural ekosistem, atribut fungsional ekosistem dan sosial ekonomi. Dengan kata lain ilmu-ilmu dasar pendukung menjadi berperan strategis dan perlu disiapkan sumberdaya manusia yang handal untuk mempersiapkannya.

**Sumber** : Marsono Djoko, Prof. Dr (2007). *Agroekologi*. From : <http://agroekologi.blogspot.com/>

#### **A. Word food balances**

Salah satu dampak dari pemanasan global dan perubahan iklim adalah kegagalan panen di seluruh dunia. Pemanasan global telah mengakibatkan lahan-lahan pertanian terendam banjir di musim penghujan dan mengalami kekeringan di musim panas. Hampir setiap hari dari massa kita mendengar berita tentang daerah-daerah yang terendam banjir selama sehari-hari di Pulau Jawa, Sulawesi dan Sumatra. Di saat lain, kita juga membaca berita tentang lahan-lahan pertanian yang mengalami puso dan serangan hama yang menggagalkan panen. Pencemaran dari berbagai limbah pabrik ke sungai maupun laut juga telah mengakibatkan ikan-ikan dan hewan-hewan pertanian tercemar bahan-bahan kimia

berbahaya. Menurut sebuah sumber, sebanyak lebih dari 1 milyar kini orang hidup kelaparan. Masih ditambah lagi puluhan juta penduduk bumi yang kesulitan mengakses air bersih layak konsumsi. Air bersih yang memenuhi standar kesehatan pun semakin mahal harganya. Dulu orang merasa aman mengonsumsi air dari sungai dan saluran PAM. Tetapi kini, orang mengonsumsi air minum kemasan yang dibeli dengan harga relatif mahal. Kelangkaan air adalah salah satu masalah krisis pangan.

Penyebab krisis pangan pertama-tama adalah kerusakan lingkungan yang parah yang terjadi secara masif dan intensif di seluruh dunia. Eksploitasi terhadap alam tanpa memerhatikan keseimbangan dan perawatan, telah mengakibatkan pemanasan global dan perubahan iklim. Eksploitasi terhadap alam diakibatkan ketamakan segelintir manusia dan pola konsumsi masyarakat yang tidak ramah lingkungan. Penebangan hutan baik legal maupun ilegal demi mengejar target profit industri kayu dan mebel, penebangan hutan alam menjadi lahan tanaman industri dan makanan secara masif dan intensif di seluruh dunia, telah merusak ekosistem. Menurut data UNDP 1999, jumlah orang miskin yang hidupnya kurang dari 1 dollar AS sehari meningkat dari 1,197 milyar pada tahun 1987 menjadi 1,214 milyar pada tahun 1997 atau sekitar 20% dari penduduk dunia. Dua puluh lima persennya lagi (sekitar 1,6 milyar) dari penduduk dunia bertahan hidup dengan 1-2 dollar AS setiap hari. Di satu sisi kemiskinan semakin kronis, disisi lainnya terjadi pemusatan kekayaan ditangan segelintir orang (laporan UNDP 1999). Tiga orang terkaya di dunia menguasai aset yang nilainya setara dengan milik 600 juta orang di 48 negara miskin. Saat ini pula seperlima penduduk di negeri-negeri paling kaya menguasai 86 persen produk domestik bruto dunia, 82 persen pasar ekspor dunia dan 68 persen penanaman modal langsung. Korporasi-korporasi global yang didukung oleh negara-negara maju dan kaya, WTO (Organisasi Perdagangan Dunia) kartel utang terutama IMF, Bank Dunia, adalah mesin utama akumulasi kekayaan yang dihisap dari tempat-tempat termiskin di dunia ini. Mahatma Gandhi mengatakan, “Bumi bisa mencukupi kebutuhan setiap orang di muka bumi, tapi tak bisa mencukupi kebutuhan segelintir orang-orang yang rakus”.

Krisis pangan terjadi pertama-tama akibat fenomena konsumtivisme yang tidak terkendali di tingkat individual maupun sosial. Solusi jangka panjang yang bersifat memulihkan lingkungan dan berdampak jangka panjang adalah dengan mengubah pola konsumsi yang berorientasi ramah lingkungan (kuratif dan korektif). Individu dapat memboikot produk-produk yang dikeluarkan oleh perusahaan-perusahaan perusak lingkungan. Hanya dengan mengubah pola konsumsi maka krisis pangan dunia — yang akan semakin parah pada tahun-tahun berikutnya — dapat dikurangi.

**Sumber :** Aditya, Nuryana. 2011. *Krisis Pangan : Hiduplah Dalam Keseimbangan*.  
<http://yakomapgi.org/krisis-pangan-hiduplah-dalam-keseimbangan>

## **B. Konsep dan pengertian ekosistem**

Istilah ekosistem pertama kali diperkenalkan oleh **A.G. Tansley** seorang ahli ekologi berkebangsaan Inggris.

Ciri ekosistem adalah sebagai berikut,

- Memiliki sumber energi yang konstan, umumnya cahaya matahari atau panas bumi pada ekosistem yang ditemukan di dasar laut yang dangkal.
- Populasi makhluk hidup mampu menyimpan energi dalam bentuk materi organik.
- Terdapat daur materi yang berkesinambungan antara populasi dan lingkungannya.
- Terdapat aliran energi dari satu tingkat ke tingkat yang lainnya.

Contoh ekosistem diantaranya,

- Ekosistem alami, hutan
- Ekosistem binaan, agroekosistem
- Ekosistem buatan, aquarium

### 1. Komponen Ekosistem

#### a. Komponen Biotik

**Ekosistem** adalah suatu sistem yang saling terkait antara organism hidup dan organisme tak hidup atau lingkungan fisiknya. Merupakan bagian hidup dari lingkungan, termasuk seluruh populasi yang berinteraksi dengannya. Contoh dampak faktor biotik pada suatu lingkungan adalah penyerbukan bunga oleh angin. Komponen biotik apat dibagi berdasarkan fungsinya, adalah

- **Produsen**, semua makhluk hidup yang dapat membuat makanannya sendiri.  
Contohnya: makhluk hidup autotrof, seperti tumbuhan berklorofil.
- **Konsumen**, semua makhluk hidup yang bergantung pada produsen sebagai sumber energinya. Berdasarkan jenis makannya konsimen dibagi menjadi:
  - **Herbivor**, konsumen yang memakan tumbuhan  
Contohnya: sapi, kambing, dan kelinci.
  - **Karnivor**, konsumen yang memakan hewan lain.  
Contohnya: harimau, serigala, dan macan.



➤ . **Omnivor**, konsumen yang memakan tumbuhan dan hewan.

Contohnya: manusia dan tikus.

- **Dekomposer** atau **pengurai**, semua makhluk hidup yang memperoleh nutrisi dengan cara menguraikan senyawa-senyawa organik yang berasal dari makhluk hidup yang telah mati.

Contohnya: bakteri, jamur, dan cacing

#### b. Komponen Abiotik

Merupakan semua bagian tidak hidup dari ekosistem. Peranan komponen abiotik untuk makhluk hidup adalah sebagai berikut,

- Kemampuan organisme untuk hidup dan berkembang biak bergantung pada beberapa factor fisika dan kimia di lingkungannya.
- . Sebagai factor pembatas, faktor yang membatasi kehidupan organisme.

Contohnya, jumlah kadar air sebagai faktor pembatas yang menentukan jenis organisme yang hidup di padang pasir.

Komponen abiotik pada ekosistem diantaranya: air, cahaya matahari, oksigen, suhu, dan tanah.

**Sumber :** [file.upi.edu/.../EKOLOGI\\_DAN\\_KONSEP\\_EKOSISTEM.pdf](file.upi.edu/.../EKOLOGI_DAN_KONSEP_EKOSISTEM.pdf)

Ekosistem merupakan suatu interaksi yang kompleks dan memiliki penyusun yang beragam. Di bumi ada bermacam-macam ekosistem.

#### 1. Susunan Ekosistem

Dilihat dari susunan dan fungsinya, suatu ekosistem tersusun atas komponen sebagai berikut.

##### a. *Komponen autotrof*

(Auto = sendiri dan *trophikos* = menyediakan makan).

Autotrof adalah organisme yang mampu menyediakan/mensintesis makanan sendiri yang berupa bahan organik dari bahan anorganik dengan bantuan energi seperti matahari dan kimia. Komponen autotrof berfungsi sebagai produsen, contohnya tumbuh-tumbuhan hijau.

##### b. *Komponen heterotrof*

(*Heteros* = berbeda, *trophikos* = makanan).

Heterotrof merupakan organisme yang memanfaatkan bahan-bahan organik sebagai makanannya dan bahan tersebut disediakan oleh organisme lain. Yang tergolong heterotrof adalah manusia, hewan, jamur, dan mikroba.

c. *Bahan tak hidup (abiotik)*

Bahan tak hidup yaitu komponen fisik dan kimia yang terdiri dari tanah, air, udara, sinar matahari. Bahan tak hidup merupakan medium atau substrat tempat berlangsungnya kehidupan, atau lingkungan tempat hidup.

d. *Pengurai (dekomposer)*

Pengurai adalah organisme heterotrof yang menguraikan bahan organik yang berasal dari organisme mati (bahan organik kompleks). Organisme pengurai menyerap sebagian hasil penguraian tersebut dan melepaskan bahan-bahan yang sederhana yang dapat digunakan kembali oleh produsen. Termasuk pengurai ini adalah bakteri dan jamur.

## 2. Macam-macam Ekosistem

Secara garis besar ekosistem dibedakan menjadi ekosistem darat dan ekosistem perairan. Ekosistem perairan dibedakan atas ekosistem air tawar dan ekosistem air Laut.

a. Ekosistem darat

Ekosistem darat ialah ekosistem yang lingkungan fisiknya berupa daratan. Berdasarkan letak geografisnya (garis lintangnya), ekosistem darat dibedakan menjadi beberapa bioma, yaitu sebagai berikut.

1. *Bioma gurun*

Beberapa Bioma gurun terdapat di daerah tropika (sepanjang garis balik) yang berbatasan dengan padang rumput.

Ciri-ciri bioma gurun adalah gersang dan curah hujan rendah (25 cm/tahun). Suhu siang hari tinggi (bisa mencapai 45°C) sehingga penguapan juga tinggi, sedangkan malam hari suhu sangat rendah (bisa mencapai 0°C). Perbedaan suhu antara siang dan malam sangat besar. Tumbuhan semusim yang terdapat di gurun berukuran kecil. Selain itu, di gurun dijumpai pula tumbuhan menahun berdaun seperti duri contohnya kaktus, atau tak berdaun dan memiliki akar panjang serta mempunyai jaringan untuk menyimpan air. Hewan yang hidup di gurun antara lain rodentia, ular, kadal, katak, dan kalajengking.

2. *Bioma padang rumput*

Bioma ini terdapat di daerah yang terbentang dari daerah tropik ke subtropik. Ciri-cirinya adalah curah hujan kurang lebih 25-30 cm per tahun dan hujan turun tidak teratur. Porositas (peresapan air) tinggi dan drainase (aliran air) cepat. Tumbuhan yang ada terdiri atas tumbuhan terna (herbs) dan rumput yang keduanya tergantung

pada kelembapan. Hewannya antara lain: bison, zebra, singa, anjing liar, serigala, gajah, jerapah, kangguru, serangga, tikus dan ular

### 3. *Bioma Hutan Basah*

Bioma Hutan Basah terdapat di daerah tropika dan subtropik. Ciri-cirinya adalah, curah hujan 200-225 cm per tahun. Species pepohonan relatif banyak, jenisnya berbeda antara satu dengan yang lainnya tergantung letak geografisnya. Tinggi pohon utama antara 20-40 m, cabang-cabang pohon tinggi dan berdaun lebat hingga membentuk tudung (kanopi). Dalam hutan basah terjadi perubahan iklim mikro (iklim yang langsung terdapat di sekitar organisme). Daerah tudung cukup mendapat sinar matahari. Variasi suhu dan kelembapan tinggi/besar; suhu sepanjang hari sekitar 25°C. Dalam hutan basah tropika sering terdapat tumbuhan khas, yaitu liana (rotan), kaktus, dan anggrek sebagai epifit. Hewannya antara lain, kera, burung, badak, babi hutan, harimau, dan burung hantu.

### 4. *Bioma hutan gugur*

Bioma hutan gugur terdapat di daerah beriklim sedang, Ciri-cirinya adalah curah hujan merata sepanjang tahun. Terdapat di daerah yang mengalami empat musim (dingin, semi, panas, dan gugur). Jenis pohon sedikit (10 s/d 20) dan tidak terlalu rapat. Hewannya antara lain rusa, beruang, rubah, bajing, burung pelatuk, dan rakoon (sebangsa luwak).

### 5. *Bioma taiga*

Bioma taiga terdapat di belahan bumi sebelah utara dan di pegunungan daerah tropik. Ciri-cirinya adalah suhu di musim dingin rendah. Biasanya taiga merupakan hutan yang tersusun atas satu spesies seperti konifer, pinus, dan sejenisnya. Semak dan tumbuhan basah sedikit sekali. Hewannya antara lain moose, beruang hitam, ajag, dan burung-burung yang bermigrasi ke selatan pada musim gugur.

### 6. *Bioma tundra*

Bioma tundra terdapat di belahan bumi sebelah utara dan di dalam lingkaran kutub utara dan terdapat di puncak-puncak gunung tinggi. Pertumbuhan tanaman di daerah ini hanya 60 hari. Contoh tumbuhan yang dominan adalah *Sphagnum*, liken, tumbuhan biji semusim, tumbuhan kayu yang pendek, dan rumput. Pada umumnya, tumbuhannya mampu beradaptasi dengan keadaan yang dingin.

Hewan yang hidup di daerah ini ada yang menetap dan ada yang datang pada musim panas, semuanya berdarah panas. Hewan yang menetap memiliki rambut atau

bulu yang tebal, contohnya muscox, rusa kutub, beruang kutub, dan insekta terutama nyamuk dan lalat hitam.

#### b. Ekosistem Air Tawar

Ciri-ciri ekosistem air tawar antara lain variasi suhu tidak menyolok, penetrasi cahaya kurang, dan terpengaruh oleh iklim dan cuaca. Macam tumbuhan yang terbanyak adalah jenis ganggang, sedangkan lainnya tumbuhan biji. Hampir semua filum hewan terdapat dalam air tawar. Organisme yang hidup di air tawar pada umumnya telah beradaptasi. Adaptasi organisme air tawar adalah sebagai berikut.

##### *Adaptasi tumbuhan*

Tumbuhan yang hidup di air tawar biasanya bersel satu dan dinding selnya kuat seperti beberapa alga biru dan alga hijau. Air masuk ke dalam sel hingga maksimum dan akan berhenti sendiri. Tumbuhan tingkat tinggi, seperti teratai (*Nymphaea gigantea*), mempunyai akar jangkar (akar sulur). Hewan dan tumbuhan rendah yang hidup di habitat air, tekanan osmosisnya sama dengan tekanan osmosis lingkungan atau isotonis.

##### *Adaptasi hewan*

Ekosistem air tawar dihuni oleh nekton. Nekton merupakan hewan yang bergerak aktif dengan menggunakan otot yang kuat. Hewan tingkat tinggi yang hidup di ekosistem air tawar, misalnya ikan, dalam mengatasi perbedaan tekanan osmosis melakukan osmoregulasi untuk memelihara keseimbangan air dalam tubuhnya melalui sistem ekskresi, insang, dan pencernaan.

Habitat air tawar merupakan perantara habitat laut dan habitat darat. Penggolongan organisme dalam air dapat berdasarkan aliran energi dan kebiasaan hidup.

1. Berdasarkan aliran energi, organisme dibagi menjadi ***autotrof (tumbuhan)***, dan ***fagotrof (makrokonsumen)***, yaitu karnivora predator, parasit, dan saprotrof atau organisme yang hidup pada substrat sisa-sisa organisme.

2. Berdasarkan kebiasaan hidup, organisme dibedakan sebagai berikut.

##### *a. Plankton;*

terdiri atas fitoplankton dan zooplankton; biasanya melayang-layang (bergerak pasif) mengikuti gerak aliran air.

##### *b. Nekton;*

hewan yang aktif berenang dalam air, misalnya ikan.

##### *c. Neuston;*

organisme yang mengapung atau berenang di permukaan air atau bertempat pada permukaan air, misalnya serangga air.

*d. Perifiton;*

merupakan tumbuhan atau hewan yang melekat/bergantung pada tumbuhan atau benda lain, misalnya keong.

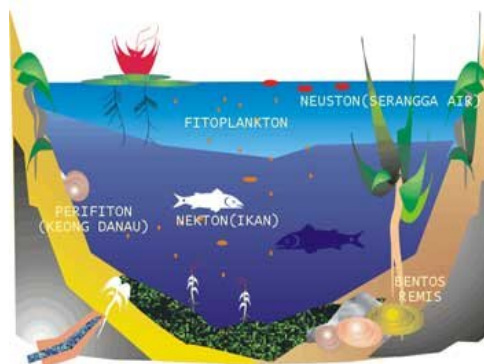
*e. Bentos;*

hewan dan tumbuhan yang hidup di dasar atau hidup pada endapan. Bentos dapat *sessil* (melekat) atau bergerak bebas, misalnya cacing dan remis. Lihat Gambar.

Ekosistem air tawar digolongkan menjadi air tenang dan air mengalir. Termasuk ekosistem air tenang adalah danau dan rawa, termasuk ekosistem air mengalir adalah sungai.

### 1. Danau

Danau merupakan suatu badan air yang menggenang dan luasnya mulai dari beberapa meter persegi hingga ratusan meter persegi.



*Gbr. Berbagai Organisme Air Tawar  
Berdasarkan Cara Hidupnya*

Di danau terdapat pembagian daerah berdasarkan penetrasi cahaya matahari. Daerah yang dapat ditembus cahaya matahari sehingga terjadi fotosintesis disebut daerah *fotik*. Daerah yang tidak tertembus cahaya matahari disebut daerah *afotik*. Di danau juga terdapat daerah perubahan temperatur yang drastis atau *termoklin*. Termoklin memisahkan daerah yang hangat di atas dengan daerah dingin di dasar.

Komunitas tumbuhan dan hewan tersebar di danau sesuai dengan kedalaman dan jaraknya dari tepi. Berdasarkan hal tersebut danau dibagi menjadi 4 daerah sebagai berikut.

a) *Daerah litoral*

Daerah ini merupakan daerah dangkal. Cahaya matahari menembus dengan optimal. Air yang hangat berdekatan dengan tepi. Tumbuhannya merupakan tumbuhan air yang berakar dan daunnya ada yang mencuat ke atas permukaan air.

Komunitas organisme sangat beragam termasuk jenis-jenis ganggang yang melekat (khususnya diatom), berbagai siput dan remis, serangga, krustacea, ikan, amfibi, reptilia air dan semi air seperti kura-kura dan ular, itik dan angsa, dan beberapa mamalia yang sering mencari makan di danau.

b) *Daerah limnetik*

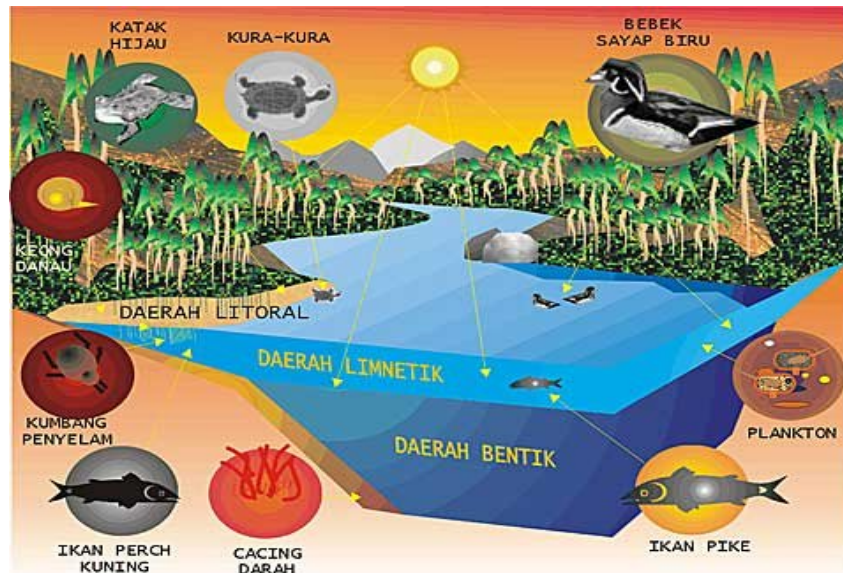
Daerah ini merupakan daerah air bebas yang jauh dari tepi dan masih dapat ditembus sinar matahari. Daerah ini dihuni oleh berbagai fitoplankton, termasuk ganggang dan sianobakteri. Ganggang berfotosintesis dan bereproduksi dengan kecepatan tinggi selama musim panas dan musim semi. Zooplankton yang sebagian besar termasuk Rotifera dan udang-udangan kecil memangsa fitoplankton. Zooplankton dimakan oleh ikan-ikan kecil. Ikan kecil dimangsa oleh ikan yang lebih besar, kemudian ikan besar dimangsa ular, kura-kura, dan burung pemakan ikan.

c) *Daerah profundal*

Daerah ini merupakan daerah yang dalam, yaitu daerah afotik danau. Mikroba dan organisme lain menggunakan oksigen untuk respirasi seluler setelah mendekomposisi detritus yang jatuh dari daerah limnetik. Daerah ini dihuni oleh cacing dan mikroba.

d) *Daerah bentik*

Daerah ini merupakan daerah dasar danau tempat terdapatnya bentos dan sisa-sisa organisme mati.



*Gbr. Empat Daerah Utama Pada Danau Air Tawar*

Danau juga dapat dikelompokkan berdasarkan produksi materi organik-nya, yaitu sebagai berikut :

a. *Danau Oligotropik*

Oligotropik merupakan sebutan untuk danau yang dalam dan kekurangan makanan, karena fitoplankton di daerah limnetik tidak produktif. Ciri-cirinya, airnya jernih sekali, dihuni oleh sedikit organisme, dan di dasar air banyak terdapat oksigen sepanjang tahun.

*b. Danau Eutropik*

Eutropik merupakan sebutan untuk danau yang dangkal dan kaya akan kandungan makanan, karena fitoplankton sangat produktif. Ciri-cirinya adalah airnya keruh, terdapat bermacam-macam organisme, dan oksigen terdapat di daerah profundal.

Danau oligotrofik dapat berkembang menjadi danau eutrofik akibat adanya materi-materi organik yang masuk dan endapan. Perubahan ini juga dapat dipercepat oleh aktivitas manusia, misalnya dari sisa-sisa pupuk buatan pertanian dan timbunan sampah kota yang memperkaya danau dengan buangan sejumlah nitrogen dan fosfor. Akibatnya terjadi peledakan populasi ganggang atau *blooming*, sehingga terjadi produksi detritus yang berlebihan yang akhirnya menghabiskan suplai oksigen di danau tersebut.

Pengkayaan danau seperti ini disebut "*eutrofikasi*". Eutrofikasi membuat air tidak dapat digunakan lagi dan mengurangi nilai keindahan danau.

## **2. Sungai**

Sungai adalah suatu badan air yang mengalir ke satu arah. Air sungai dingin dan jernih serta mengandung sedikit sedimen dan makanan. Aliran air dan gelombang secara konstan memberikan oksigen pada air. Suhu air bervariasi sesuai dengan ketinggian dan garis lintang.

Komunitas yang berada di sungai berbeda dengan danau. Air sungai yang mengalir deras tidak mendukung keberadaan komunitas plankton untuk berdiam diri, karena akan terbawa arus. Sebagai gantinya terjadi fotosintesis dari ganggang yang melekat dan tanaman berakar, sehingga dapat mendukung rantai makanan.

Komposisi komunitas hewan juga berbeda antara sungai, anak sungai, dan hilir. Di anak sungai sering dijumpai ikan air tawar. Di hilir sering dijumpai ikan kucing dan gurame. Beberapa sungai besar dihuni oleh berbagai kura-kura dan ular. Khusus sungai di daerah tropis, dihuni oleh buaya dan lumba-lumba.

Organisme sungai dapat bertahan tidak terbawa arus karena mengalami adaptasi evolusioner. Misalnya bertubuh tipis dorsoventral dan dapat melekat pada batu.

Beberapa jenis serangga yang hidup di sisi-sisi hilir menghuni habitat kecil yang bebas dari pusaran air.

*c. Ekosistem air laut*

Ekosistem air laut dibedakan atas lautan, pantai, estuari, dan terumbu karang.

## 1. Laut

Habitat laut (oseanik) ditandai oleh salinitas (kadar garam) yang tinggi dengan ion  $\text{Cl}^-$  mencapai 55% terutama di daerah laut tropik, karena suhunya tinggi dan penguapan besar. Di daerah tropik, suhu laut sekitar  $25^\circ\text{C}$ . Perbedaan suhu bagian atas dan bawah tinggi. Batas antara lapisan air yang panas di bagian atas dengan air yang dingin di bagian bawah disebut daerah *termoklin*.

Di daerah dingin, suhu air laut merata sehingga air dapat bercampur, maka daerah permukaan laut tetap subur dan banyak plankton serta ikan. Gerakan air dari pantai ke tengah menyebabkan air bagian atas turun ke bawah dan sebaliknya, sehingga memungkinkan terbentuknya rantai makanan yang berlangsung balk. Habitat laut dapat dibedakan berdasarkan kedalamannya dan wilayah permukaannya secara horizontal.

1. Menurut kedalamannya, ekosistem air laut dibagi sebagai berikut.

- a. Litoral merupakan daerah yang berbatasan dengan darat.
- b. *Neretik* merupakan daerah yang masih dapat ditembus cahaya matahari sampai bagian dasarn dalamnya  $\pm 300$  meter.
- c. *Batial* merupakan daerah yang dalamnya berkisar antara 200-2500 m
- d. *Abisal* merupakan daerah yang lebih jauh dan lebih dalam dari pantai (1.500-10.000 m).

2. Menurut wilayah permukaannya secara horizontal, berturut-turut dari tepi laut semakin ke tengah, laut dibedakan sebagai berikut.

- a. *Epipelagik* merupakan daerah antara permukaan dengan kedalaman air sekitar 200 m.
- b. *Mesopelagik* merupakan daerah dibawah epipelagik dengan kedalaman 200-1000 m. Hewannya misalnya ikan hiu.
- c. *Batiopelagik* merupakan daerah lereng benua dengan kedalaman 200-2.500 m. Hewan yang hidup di daerah ini misalnya gurita.
- d. *Abisalpelagik* merupakan daerah dengan kedalaman mencapai 4.000m; tidak terdapat tumbuhan tetapi hewan masih ada. Sinar matahari tidak mampu menembus daerah ini.
- e. *Hadal pelagik* merupakan bagian laut terdalam (dasar). Kedalaman lebih dari 6.000 m. Di bagian ini biasanya terdapat lele laut dan ikan Taut yang dapat mengeluarkan cahaya. Sebagai produsen di tempat ini adalah bakteri yang bersimbiosis dengan karang tertentu.

Di laut, hewan dan tumbuhan tingkat rendah memiliki tekanan osmosis sel yang hampir sama dengan tekanan osmosis air laut. Hewan tingkat tinggi beradaptasi dengan cara banyak



minum air, pengeluaran urin sedikit, dan pengeluaran air dengan cara osmosis melalui insang. Garam yang berlebihan diekskresikan melalui insang secara aktif.

## 2. Ekosistem pantai

Ekosistem pantai letaknya berbatasan dengan ekosistem darat, laut, dan daerah pasang surut.

Ekosistem pantai dipengaruhi oleh siklus harian pasang surut laut. Organisme yang hidup di pantai memiliki adaptasi struktural sehingga dapat melekat erat di substrat keras.

Daerah paling atas pantai hanya terendam saat pasang naik tinggi. Daerah ini dihuni oleh beberapa jenis ganggang, moluska, dan remis yang menjadi konsumsi bagi kepiting dan burung pantai.

Daerah tengah pantai terendam saat pasang tinggi dan pasang rendah. Daerah ini dihuni oleh ganggang, porifera, anemon laut, remis dan kerang, siput herbivora dan karnivora, kepiting, landak laut, bintang laut, dan ikan-ikan kecil.

Daerah pantai terdalam terendam saat air pasang maupun surut. Daerah ini dihuni oleh beragam invertebrata dan ikan serta rumput laut.

Komunitas tumbuhan berturut-turut dari daerah pasang surut ke arah darat dibedakan sebagai berikut.

### 1. Formasi *pes caprae*

Dinamakan demikian karena yang paling banyak tumbuh di gundukan pasir adalah tumbuhan *Ipomoea pes caprae* yang tahan terhadap hempasan gelombang dan angin; tumbuhan ini menjalar dan berdaun tebal. Tumbuhan lainnya adalah *Spinifex littorius* (rumput angin), *Vigna*, *Euphorbia* atoto, dan *Canavalia maritima*. Lebih ke arah darat lagi ditumbuhi *Crinum asiaticum* (bakung), *Pandanus tectorius* (pandan), dan *Scaevola frutescens* (babakoan).

### 2. Formasi *baringtonia*

Daerah ini didominasi tumbuhan *baringtonia*, termasuk di dalamnya *Wedelia*, *Thespesia*, *Terminalia*, *Guettarda*, dan *Erythrina*.

Bila tanah di daerah pasang surut berlumpur, maka kawasan ini berupa hutan bakau yang memiliki akar napas. Akar napas merupakan adaptasi tumbuhan di daerah berlumpur yang kurang oksigen. Selain berfungsi untuk mengambil oksigen, akar ini juga dapat digunakan sebagai penahan dari pasang surut gelombang. Yang termasuk tumbuhan di hutan bakau antara lain *Nypa*, *Acathus*, *Rhizophora*, dan *Cerbera*.

Jika tanah pasang surut tidak terlalu basah, pohon yang sering tumbuh adalah *Heritiera*, *Lumnitzera*, *Avicennia*, dan *Cylocarpus*.

### 3. Estuari

Estuari (muara) merupakan tempat bersatunya sungai dengan laut. Estuari sering dipagari oleh lempengan lumpur intertidal yang luas atau rawa garam.

Salinitas air berubah secara bertahap mulai dari daerah air tawar ke laut. Salinitas ini juga dipengaruhi oleh siklus harian dengan pasang surut airnya. Nutrien dari sungai memperkaya estuari.

Komunitas tumbuhan yang hidup di estuari antara lain rumput rawa garam, ganggang, dan fitoplankton. Komunitas hewannya antara lain berbagai cacing, kerang, kepiting, dan ikan. Bahkan ada beberapa invertebrata laut dan ikan laut yang menjadikan estuari sebagai tempat kawin atau bermigrasi untuk menuju habitat air tawar. Estuari juga merupakan tempat mencari makan bagi vertebrata semi air, yaitu unggas air.

### 4. Terumbu karang

Di laut tropis, pada daerah neritik, terdapat suatu komunitas yang khusus yang terdiri dari karang batu dan organisme-organisme lainnya. Komunitas ini disebut terumbu karang. Daerah komunitas ini masih dapat ditembus cahaya matahari sehingga fotosintesis dapat berlangsung.

Terumbu karang didominasi oleh karang (koral) yang merupakan kelompok Cnidaria yang mensekresikan kalsium karbonat. Rangka dari kalsium karbonat ini bermacam-macam bentuknya dan menyusun substrat tempat hidup karang lain dan ganggang.

Hewan-hewan yang hidup di karang memakan organisme mikroskopis dan sisa organik lain. Berbagai invertebrata, mikro organisme, dan ikan, hidup di antara karang dan ganggang. Herbivora seperti siput, landak laut, ikan, menjadi mangsa bagi gurita, bintang laut, dan ikan karnivora.

**SUMBER :** <http://free.vlsm.org/v12/sponsor/Sponsor-Pendamping/Praweda/Biologi/0034%20Bio%201-7e.htm>

### C. Evolusi system pertanian

Perkembangan pertanian berhubungan erat dengan perkembangan dari setiap kondisi masyarakatnya.

Contoh:

1. Primitif masih dengan sistem berburu dengan mengumpulkan hasil hutan.

2. Masyarakat yang sudah lebih maju misalnya didapatkannya api berpengaruh terhadap perkembangan pertanian.
3. Setelah mengenal manajemen sederhana, juga berpengaruh dalam usaha peningkatan kualitas tanaman dan hewan, dimulai dari penjinakan, seleksi dan sampai ke adaptasi.

Berdasar tingkat efisiensi teknologi yang diterapkan, ada beberapa sistem :

1. Sistem ladang : belum berkembang, pengelolaan sangat sedikit, produktivitasnya tergantung lapisan humus awal.
2. Sistem tegal pekarangan : di lahan kering , pengelolaannya masih rendah ,terdapat tanaman campuran, baik tahunan maupun musiman.
3. Sistem Sawah : teknik budidaya tinggi , sistem pengelolaan yang sudah baik (tanah , air dan tanaman), stabilitas kesuburannya lebih baik.
4. Sistem perkebunan : khusus tanaman perkebunan yang menghasilkan bahan-bahan yang dapat diekspor, tingkat manajemen sudah maju.

Sumber : <http://fp.uns.ac.id/~hamasains/BAB%20IIIdasgro.htm>

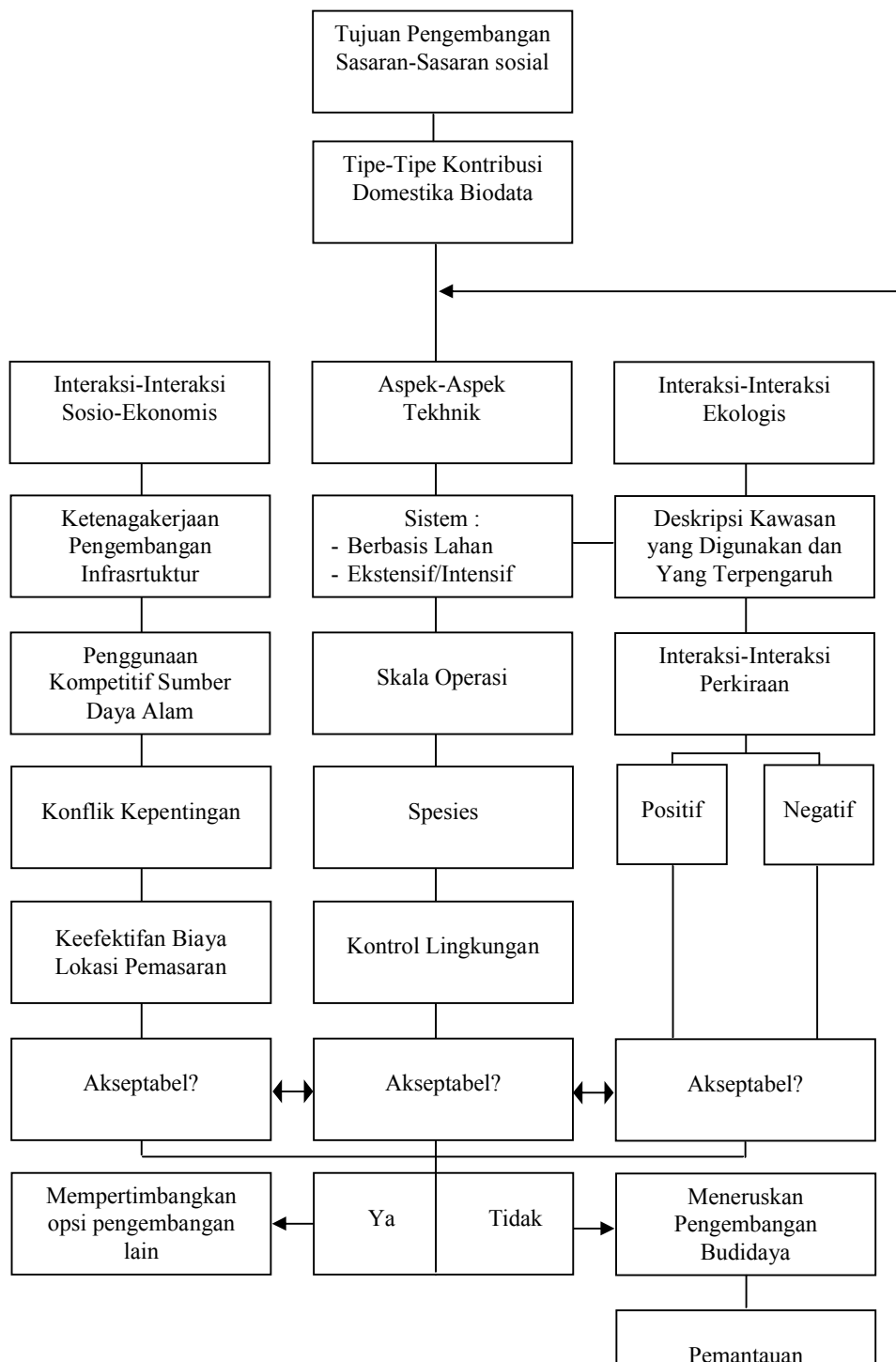
#### **D. Ekologi domestikasi pertanian**

Domestikasi atau penjinakan tumbuhan dan hewan merupakan markah awal perkembangan pertanian secara luas (King dan Stanbinsky, 1998). Proses belajar menanam dan beternak berawal dari domestikasi aneka tumbuhan dan hewan dari kehidupannya yang liar. Hikayatnya dimulai pada masa Neolitik sebagaimana ditandai oleh sejumlah situs pertanian, di antaranya di Asia Barat Daya dan di Asia Tenggara. Kini, agronomi meluas tidak saja dengan mengandalkan tumbuhan dan hewan eksotik, tapi mencakup juga pengelolaan dan/atau modifikasi genetik organisme tersebut. Transformasi yang menghasilkan spesies domestik ini, telah berkontribusi sekaligus dalam pemenuhan kebutuhan aktual dan ketergantungan ke depan. Lebih dari pada itu, hasil transformasi ini tidak saja terkadang berlangsung tanpa sengaja, tapi juga difusi dan adaptasinya meluas pada lingkungan baru, ( Hastuti, 2007 ).

Diperhadapkan pada upaya melaksanakan pembangunan berwawasan lingkungan hidup, transformasi sumber hayati tersebut nampak perlu secara bijaksana diserasikan dengan berbagai kegiatan dalam payung pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan. Dampak apa pun yang mungkin dapat ditimbulkan oleh suatu kegiatan, seyogyanya telah diperhitungkan secara cermat semenjak tahap perencanaan kegiatan, sehingga langkah pengendaliannya diantisipasi secara dini, ( Hastuti, 2007 ).

Bertolak dari uraian di atas, tulisan ini akan selanjutnya memaparkan suatu deskripsi hasil penalaran tentang domestikasi tumbuhan dan hewan. Sebagai suatu elaborasi pemikiran terbatas waktu, deskripsi dimaksud terfokus pada upaya menjawab : apa (ontologi), bagaimana (epistemologi), dan untuk apa (aksiologi) domestikasi tumbuhan dan hewan.

Secara signifikan, hasil transformasi tumbuhan dan hewan yang dilakukan dalam lingkup domestikasi, telah memberi manfaat dan membawa berkah bagi manusia. Dari upaya untuk sekedar memenuhi kepentingan praktis, domestikasi tumbuhan dan hewan berkembang aktual untuk tujuan



Bagan 9 : Skema Pengambilan Keputusan untuk Pengembangan Budidaya dan Dampak  
Lingkungannya

meningkatkan produksi dan mengembangkan kualitas produk dari beragam usaha pertanian, kehutanan, peternakan, dan perikanan. Dengan demikian, domestikasi sumber hayati ini berkontribusi besar dalam mewujudkan tujuan ketersediaan pangan, termasuk ketika swasembada pangan pernah dicapai Indonesia.

Diperhadapkan pada isu secepat mengenai lingkungan hidup yang cenderung mengalami degradasi, domestikasi organisme diarahkan pula untuk konservasi genetik dan/atau plasma nutfah. Sejalan dengan itu, konservasi ekosistem diupayakan, khususnya hutan dan laut. Sementara FAO mencatat bahwa di samping sebanyak enam keuntungan domestikasi *NWTP* (*non-wood timber products*), terdapat empat keadaan merugikan (Simon, 1996). Keuntungan meliputi produksi yang diandalkan, mengurangi tekanan pada hutan, mendatangkan pendapatan, mudah panen, perbaikan laju pertumbuhan, dan peningkatan nilai tanaman. Keadaan yang merugikan ditunjukkan pada peningkatan kerentanan terhadap hama, kehilangan fungsi ekologis, ketergantungan pada sumber benih liar yang baru, dan menambah nilai keuntungan pada korporasi besar yang ada.

Tanpa mengabaikan sejumlah kerugian, sesungguhnya tumbuhan dan hewan yang didomestikasi menerima perlakuan istimewa yang memungkinkan potensi gen-nya diberdayakan dengan berbagai cara manipulasi. Meskipun demikian, proses domestikasi yang berlangsung merupakan juga gangguan fisik-biologis terhadap integritas spesies. Transformasi dilakukan dengan risiko yang tidak saja sukar diramalkan tapi juga yang kurang menjadi perhatian. Untuk itu, selain dibutuhkan rumusan bioetik secara spesifik, nilai-nilai universal menghargai alam perlu dijabarkan terinci dalam memandu aktivitas domestikasi tumbuhan dan hewan selanjutnya. ( Tarumingkeng, 2003 ).

#### **E. Ekologi pertanian**

Ekologi berasal dari kata *oikos* (rumah) dan *logos* (ilmu). Ekologi berarti ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup dan rumahnya (lingkungannya). Sedangkan pertanian bisa diartikan sebagai kegiatan bercocok tanam pada lingkungan tertentu.

Jadi ekologi pertanian adalah ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup dan lingkungan budidaya tanaman yang diusahakan oleh manusia. Sedangkan ekologi pertanian organik menggambarkan bahwa hubungan antara makhluk hidup dan lingkungan pertanaman berjalan selaras dengan fitrah alam (*back to nature*).

Pertanian organik merupakan sistem pertanian ramah lingkungan yang dipercaya mampu mewujudkan pertanian yang berkelanjutan. Karena sistem pertanian ini didasarkan pada prinsip ekologi pertanian atau ekologi lingkungan.

#### Agroekologi (Ekologi Pertanian)

Sistem ekologi terbentuk sebagai hasil dari interaksi timbal balik secara teratur antara makhluk hidup dan lingkungannya, sehingga terbentuk satu kesatuan yang utuh. Sistem ekologi ini kemudian dikenal dengan ekosistem. Jadi, ekosistem merupakan bentukan dari komponen biotik (hidup) dan abiotik (tidak hidup) dalam satu wilayah tertentu.

Dalam ekologi pertanian interaksi komponen biotik dan abiotik ini di *settings* sedemikian rupa melalui mekanisme kontrol agar mendukung keberlangsungan sistem budidaya pertanian yang diusahakan. Kegiatan pengolahan tanah, pupuk dan pengendalian hama ditujukan agar interaksi antara komponen penyusun ekosistem kebun/ ladang mendukung pertumbuhan tanaman budidaya.

#### Prinsip Ekologi Pertanian Organik

Berdasarkan konsep ekologi pertanian diatas, maka dapat dipahami bahwa prinsip ekologi sangat bermanfaat sebagai panduan dalam pengembangan pertanian organik.

Prinsip ini mengatakan bahwa proses produksi harus didasarkan pada daur ulang ekologis. Penerapan teknologi berperan penting dalam meningkatkan interaksi antar komponen ekosistem. Namun, teknologi yang diterapkan harus bersifat spesifik lokasi dengan mempertimbangkan kearifan tradisional dari masing-masing lokasi. Berikut ini prinsip ekologi dalam penerapan pertanian organik:

- Memperbaiki kondisi tanah agar bisa menguntungkan pertumbuhan tanaman. Kegiatan yang paling utama adalah pengelolaan bahan organik untuk meningkatkan kegiatan komponen biotik dalam tanah.
- Mengoptimalkan ketersediaan serta keseimbangan unsur hara di dalam tanah. Misalnya melalui fiksasi nitrogen, penambahan dan daur pupuk dari luar usaha tani.
- Mengelola iklim mikro agar kehilangan hasil panen akibat aliran panas, udara dan air dapat dibatasi. Misalnya dengan pengelolaan air dan pencegahan erosi.
- Kehilangan hasil panen akibat gangguan hama dan penyakit dibatasi dengan upaya preventif melalui perlakuan yang aman.

- Pemanfaatan sumber kekayaan genetika dalam sistem pertanian terpadu.

Sesuai dengan prinsip ekologi, aliran hara dalam sistem ekologi harus berjalan secara konstan. Oleh karena itu, unsur hara yang hilang atau terangkut bersama hasil panen, erosi, atau perlintasan, selama proses budidaya hingga panen harus digantikan.

Agar sistem usaha tani tetap produktif dan sehat, maka jumlah hara yang hilang dari dalam tanah, tidak boleh melebihi hara yang ditambahkan atau dengan kata lain harus ada keseimbangan hara di dalam tanah sepanjang waktu.

Prinsip ekologi ini bisa diterapkan dalam berbagai teknologi dan strategi budidaya pertanian. Setiap prinsip tersebut akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap produktivitas, keamanan, keberlanjutan dan identitas usaha tani.

**Sumber :** [www.anneahira.com/ekologi-pertanian.htm](http://www.anneahira.com/ekologi-pertanian.htm)

Aspek – aspek Ekologi Pertanian mencakup : a. aspek lingkungan tanah (litosfer), b.aspek lingkungan air (hidrosfer), c. aspek lingkungan udara (atmosfera), d. aspek lingkungan hidup (biosfer) dan e. aspek lingkungan pengelolaan (managemen)

#### **F. Ekologi dan sifat pertanian modern**

Pertanian modern yang bertumpu pada pasokan eksternal berupa bahan-bahan kimia buatan (pupuk dan pestisida), menimbulkan kekhawatiran berupa pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup, sedangkan pertanian tradisional yang bertumpu pada pasokan internal tanpa pasokan eksternal menimbulkan kekhawatiran berupa rendahnya tingkat produksi pertanian, jauh di bawah kebutuhan manusia. Kedua hal ini yang dilematis dan hal ini telah membawa manusia kepada pemikiran untuk tetap mempertahankan penggunaan masukan dari luar sistem pertanian itu, namun tidak membahayakan kehidupan manusia dan lingkungannya (Mugnisjah, 2001). Pertanian modern dikhawatirkan memberikan dampak pencemaran sehingga membahayakan kelestarian lingkungan, hal ini dipandang sebagai suatu krisis pertanian modern.

Sebagai alternatif penanggulangan krisis pertanian modern adalah penerapan pertanian organik. Kegunaan budidaya organik menurut Sutanto (2002) adalah meniadakan atau membatasi kemungkinan dampak negatif yang ditimbulkan oleh budidaya kimiawi. Pemanfaatan pupuk organik mempunyai keunggulan nyata dibanding dengan pupuk kimia. Pupuk organik dengan sendirinya merupakan keluaran setiap budidaya pertanian, sehingga merupakan sumber unsur hara makro dan mikro yang dapat dikatakan cuma-cuma. Pupuk organik berdaya amliorasi ganda dengan bermacam-macam proses yang saling mendukung,

bekerja menyuburkan tanah dan sekaligus mengkonservasikan dan menyehatkan ekosistem tanah serta menghindarkan kemungkinan terjadinya pencemaran lingkungan. Dengan demikian penerapan sistem pertanian organik pada gilirannya akan menciptakan pertanian yang berkelanjutan..

Dunia pertanian modern adalah dunia mitos keberhasilan modernitas. Keberhasilan diukur dari berapa banyaknya hasil panen yang dihasilkan. Semakin banyak, semakin dianggap maju. Di Indonesia, penggunaan pupuk dan pestisida kimia merupakan bagian dari Revolusi Hijau, sebuah proyek ambisius Orde Baru untuk memacu hasil produksi pertanian dengan menggunakan teknologi modern, yang dimulai sejak tahun 1970-an.

Gebrakan revolusi hijau di Indonesia memang terlihat pada dekade 1980-an. Saat itu, pemerintah mengkomando penanaman padi, pemaksaan pemakaian bibit impor, pupuk kimia, pestisida, dan lain-lainnya. Hasilnya, Indonesia sempat menikmati swasembada beras. Namun pada dekade 1990-an, petani mulai kelimpungan menghadapi serangan hama, kesuburan tanah merosot, ketergantungan pemakaian pupuk yang semakin meningkat dan pestisida tidak manjur lagi, dan harga gabah dikontrol pemerintah. Revolusi Hijau bahkan telah mengubah secara drastis hakekat petani. Dalam sejarah peradaban manusia, petani bekerja mengembangkan budaya tanam dengan memanfaatkan potensi alam untuk pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Petani merupakan komunitas mandiri.

Nenek moyang memanfaatkan pupuk hijau dan kandang untuk menjaga kesuburan tanah, membiakkan benih sendiri, menjaga keseimbangan alam hayati dengan larangan adat. Mereka mempunyai sistem organisasi sosial yang sangat menjaga keselarasan, seperti organisasi Subak di Bali dan Lumbung Desa di pedesaan Jawa.

Dengan pertanian modern, petani justru tidak mandiri. Padahal, FAO (lembaga pangan PBB), telah menegaskan Hak-Hak Petani (Farmer's Rights) sebagai penghargaan bagi petani atas sumbangan mereka. Hak-hak Petani merupakan pengakuan terhadap petani sebagai pelestari, pemulia, dan penyedia sumber genetik tanaman.

Hak-hak petani dalam deklarasi tersebut mencakup: hak atas tanah, hak untuk memiliki, melestarikan dan mengembangkan sumber keragaman hayati, hak untuk memperoleh makanan yang aman, hak untuk mendapatkan keadilan harga dan dorongan untuk bertani secara berkelanjutan, hak memperoleh informasi yang benar, hak untuk melestarikan, memuliakan, mengembangkan, saling tukar-menukar dan menjual benih serta tanaman, serta hak untuk memperoleh benihnya kembali secara aman yang kini tersimpan pada bank-bank benih internasional (Wacana, edisi 18, Juli-Agustus 1999).



Apa yang dikembangkan oleh para ilmuwan telah membedakan mana yang maju dan terbelakang, modern dan tradisional, serta efisien dan tidak efisien. Sedangkan buktinya, sistem pertanian yang disebut sebagai yang terbelakang, tradisional dan tidak efisien itu ternyata lebih bersifat ekologis, tidak merusak alam.

From : <http://himateta.lk.ipb.ac.id/2010/07/pertanian-modern-revolusi-hijau/>

## **II. Konsep dan pengertian Ekosistem**

### **A. iklim dan pertanian**

*Iklim merupakan komponen ekosistem dan faktor produksi yang sangat dinamik dan sulit dikendalikan. Dalam praktek, iklim dan cuaca sangat sulit untuk dimodifikasi/dikendalikan sesuai dengan kebutuhan, walaupun bisa memerlukan biaya dan teknologi yang tinggi. Iklim/cuaca sering seakan-akan menjadi faktor pembatas produksi pertanian. Karena sifatnya yang dinamis, beragam dan terbuka, pendekatan terhadap cuaca/iklim agar lebih berdaya guna dalam bidang pertanian, diperlukan suatu pemahaman yang lebih akurat terhadap karakteristik iklim melalui analisis dan interpretasi data iklim. Mutu hasil analisis dan interpretasi data iklim, selain ditentukan oleh metode analisis yang digunakan, juga sangat ditentukan oleh jumlah dan mutu data. Oleh karena itu, diperlukan koordinasi dan kerjasama yang baik antar instansi pengelola dan pengguna data iklim demi menunjang pembangunan pertanian secara keseluruhan.*

Menyimak pemberitaan beberapa media masa akhir-akhir ini tentang semakin rawannya ketersediaan pangan di Indonesia tentunya sangat memprihatinkan. Pengaruh kegagalan panen, bangkrutnya petani dan harga pangan yang makin meningkat dapat meruntuhkan prospek pertumbuhan ekonomi. Kondisi dimana harga bahan pangan dan komoditi lain yang tinggi tentu saja berakibat pada peningkatan inflasi. Semakin rawannya ketahanan pangan di Indonesia merupakan akibat semakin menurunnya luas lahan pertanian dan produktivitas lahan yang tidak mungkin ditingkatkan. Artinya beberapa upaya untuk meningkatkan hasil produksi pertanian sudah tidak ekonomis lagi.

Peningkatan kebutuhan terhadap produksi pertanian akibat peningkatan jumlah penduduk di satu sisi, dan semakin terbatasnya jumlah sumber daya pertanian disisi lain, menuntut perlunya optimalisasi seluruh sumber daya pertanian, terutama lahan dan air. Oleh sebab itu, sistem usahatani yang selama ini lebih berorientasi komoditas (*commodity oriented*) harus beralih kepada sistem usahatani yang berbasis sumber daya (*commodity base*), seperti halnya

sistem usahatani agribisnis. Salah satu aspek penting dalam pengembangan agribisnis adalah bahwa kualitas hasil sama pentingnya dengan kuantitas dan kontinuitas hasil.

Disamping faktor tanah, produktivitas pertanian sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air dan berbagai unsur iklim. Namun dalam kenyataannya, iklim/cuaca sering seakan-akan menjadi faktor pembatas produksi. Hal tersebut disebabkan kurang selarasan sistem usahatani dengan iklim akibat kurang kemampuan kita dalam memahami karakteristik dan menduga iklim, sehingga upaya antisipasi resiko dan sifat ekstrimnya tidak dapat dilakukan dengan baik. Akibatnya, sering tingkat hasil dan mutu produksi pertanian yang diperoleh kurang memuaskan dan bahkan gagal sama sekali.

Sesuai dengan karakteristik dan kompleksnya faktor iklim, maka kemampuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dalam memodifikasi dan mengendalikan iklim sangat terbatas. Oleh sebab itu pendekatan yang paling efektif untuk memanfaatkan sumber daya iklim adalah menyesuaikan sistem usahatani dan paket teknologinya dengan kondisi iklim setempat. Penyesuaian tersebut harus didasarkan pada pemahaman terhadap karakteristik dan sifat iklim secara baik melalui analisis dan interpretasi data iklim. Mutu hasil analisis dan interpretasi data iklim, selain ditentukan oleh metode analisis yang digunakan, juga sangat ditentukan oleh jumlah dan mutu data.

## Iklim dan Tanaman

### *Terminologi iklim*

Iklim merupakan salah satu komponen ekosistem (bio-fisik) yang proses dan dinamikanya dipengaruhi oleh faktor global dan berada di luar atmosfer. Kejadian iklim tidak terlepas dari dinamika alam, terutama proses rotasi  $23,5^{\circ}$  terhadap bidang (normal), air serta energi. Penjabaran dari zat alir dan energi tersebut adalah unsur-unsur iklim, seperti tekanan udara dan angin, curah hujan, suhu, radiasi surya, kelembaban nisbi dan lain-lain.

Istilah “iklim” yang sehari-hari dipahami secara awam, sebenarnya terkandung dua pengertian dan terminologi yang agak berbeda berdasarkan dimensi waktu, yaitu iklim itu sendiri dalam pengertian *climate*, dan cuaca dalam pengertian *weather*. Secara sederhana, iklim adalah gambaran umum atau keadaan rata-rata dari fisika atmosfer pada suatu lokasi atau wilayah selama periode waktu tertentu (minimum harian). Sedangkan cuaca adalah keadaan fisika atmosfer pada suatu lokasi atau wilayah pada saat tertentu atau dalam periode jangka pendek (maksimum harian).

### *Peranan unsur-unsur iklim bagi tanaman*

Pertumbuhan dan produksi tanaman merupakan hasil akhir dari proses fotosintesis dan berbagai fisiologi lainnya. Proses fotosintesis sebagai proses awal kehidupan tanaman pada dasarnya adalah proses fisiologi dan fisika yang mengkonversi energi surya (matahari) dalam bentuk gelombang elektromagnetik menjadi energi kimia dalam bentuk karbohidrat. Sebagian energi kimia tersebut direduksi/ dirombak menjadi energi kinetik dan energi termal melalui proses respirasi, untuk memenuhi kebutuhan internal tanaman. Sedangkan bagian lainnya direformasi menjadi beberapa jenis senyawa organik, termasuk asam amino, protein dan lain-lain melalui beberapa proses metabolisme tanaman.

Selain radiasi surya, proses fotosintesis sangat ditentukan oleh ketersediaan air, konsentrasi CO<sub>2</sub> dan suhu udara. Sedangkan proses respirasi dan beberapa proses metabolisme tanaman secara signifikan dipengaruhi oleh suhu udara dan beberapa unsur iklim lain. Proses transpirasi yang menguapkan air dari jaringan tanaman ke atmosfer merealisasikan proses dinamisasi dan translokasi energi panas, air, hara dan berbagai senyawa lainnya di dalam jaringan tanaman. Secara fisika, proses transpirasi tanaman sangat ditentukan oleh ketersediaan air tanah (kelembaban udara), radiasi surya, kelembaban nisbi dan angin.

Selain proses metabolisme, proses pembungaan, pengisian biji dan pematangan biji atau buah juga sangat dipengaruhi oleh radiasi surya (intensitas dan lama penyinaran), suhu udara dan kelembaban nisbi serta angin. Oleh sebab itu, produktivitas dan mutu hasil tanaman yang banyak ditentukan pada fase pengisian dan pematangan biji atau buah sangat dipengaruhi oleh berbagai unsur iklim dan cuaca, terutama radiasi surya dan suhu udara. Pada Tabel 1 disajikan matriks relative peranan unsur-unsur iklim dalam berbagai proses fisiologis, pertumbuhan dan produksi tanaman.

Tabel 1. Peranan unsur-unsur iklim bagi tanaman

| Unsur Iklim        | X1  | X2  | X3  | X4  | X5  | X6  | X7  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.Hujan            | *** | *   | *** | *** | **  | **  | *** |
| 2.Radiasi<br>Surya | *** | *   | *** | *** | **  | *** | *** |
| 3.LPenyinaran      | *   | *   | *   | *   | *** | **  | **  |
| 4.Suhu             | **  | *** | *   | *** | *** | *** | *** |
| 5.RH               | *   | *   | **  | *   | **  | **  | **  |

|                   |     |    |     |     |    |   |    |
|-------------------|-----|----|-----|-----|----|---|----|
| 6.ETP             | **  | ** | *** | *** | *  | * | ** |
| 7.CO <sub>2</sub> | *** | *  | *   | **  | *  | * | ** |
| 8.Angin           | **  | ** | **  | *   | ** | * | *  |

Sumber : Irianto, Las dan Sumarini, 2000.

Keterangan :

X<sub>1</sub>= Fotosintesis

X<sub>2</sub>= Respirasi

X<sub>3</sub>= Evapotranspirasi tanaman

X<sub>4</sub>= Pertumbuhan

X<sub>5</sub>= Perkembangan dan pembungaan

X<sub>6</sub>= Pemasakan dan umur

X<sub>7</sub>= Produksi

jumlah bintang mencerminkan bobot pengaruh.

Secara aktual, berbagai proses fisiologi, pertumbuhan dan produksi tanaman sangat dipengaruhi oleh unsur cuaca, yaitu keadaan atmosfer dari saat ke saat selama umur tanaman, ketersediaan air (kelembaban tanah) sangat ditentukan oleh curah hujan dalam periode waktu tertentu dan disebut sebagai unsur iklim, yang pada hakikatnya adalah akumulasi dari unsur cuaca (curah hujan dari saat ke saat). Demikian juga, pertumbuhan dan produksi tanaman merupakan manivestasi akumulatif dari seluruh proses fisiologi selama fase atau periode pertumbuhan tertentu oleh sebab itu dalam pengertian yang lebih teknis dapat dinyatakan bahwa pertumbuhan dan produksi tanaman dipengaruhi oleh berbagai unsur iklim (sebagai akumulasi keadaan cuaca) selama pertumbuhan tanaman.

#### Pemanfaatan Informasi Iklim dalam Pertanian

Secara teknis dalam budidaya tanaman, hampir semua unsur iklim berpengaruh terhadap produksi dan pengelolaan tanaman. Namun masing-masing mempunyai pengaruh dan peran yang berbeda teradap berbagai aspek dalam budidaya tanaman.

Sedangkan secara konseptual, pendekatan dan informasi iklim dalam pembangunan pertanian berkaitan dengan 5 aspek atau kegiatan (Las, Fagi & Pasandaran, 1999 dalam Surmaini, dkk.), yaitu :

- a. pengembangan wilayah dan komoditas pertanian seperti kesesuaian lahan, perencanaan tata ruang, pemwilayahan agroekologi dan komoditi, sistem informasi geografi (GIS) dan lain-lain

- b. perencanaan kegiatan operasional (budidaya) pertanian, seperti perencanaan pola tanam, pengairan, pemupukan, PHT (pengendalian hama terpadu), panen, dan lain-lain
- c. peramalan dan analisis sistem pertanian, seperti daya dukung lahan, ramalan produksi, pendugaan potensi hasil dan produktivitas pertanian
- d. pengelolaan dan konservasi lahan (tanah dan air)
- e. menunjang kegiatan penelitian komoditas dan sumberdaya lahan serta pengkajian teknologi pertanian, terutama dalam merumuskan atau menyimpulkan hasilnya.

Informasi iklim sangat dibutuhkan dalam mengidentifikasi potensi dan daya dukung wilayah untuk penetapan strategi dan arah kebijakan pengembangan wilayah, seperti pola tanam, cara pengairan, pemwilayahan agroekologi, dan komoditi. Pemwilayahan komoditi pertanian dapat disusun berdasarkan agroklimat, karena tiap jenis tanaman mempunyai persyaratan tumbuh tertentu untuk berproduksi optimal. Suatu tanaman yang tumbuh, berkembang dan berproduksi optimal secara terus-menerus memerlukan kesesuaian iklim. Kondisi kesesuaian tersebut memungkinkan suatu wilayah untuk dikembangkan menjadi pusat produksi suatu komoditi pertanian. Kajian sumberdaya agroklimat pada strata ini harus sejajar dan padu dengan kajian tanah, sosial ekonomi dan faktor produksi lainnya.

Informasi iklim yang dibutuhkan dalam pengembangan wilayah adalah identifikasi dan interpretasi potensi dan kendala iklim berdasarkan data meteorologi, seperti curah hujan, suhu udara, radiasi surya dan unsure iklim lainnya. Pada kajian yang lebih kuantitatif data iklim dibutuhkan sebagai input utama dalam pemodelan/simulasi pendugaan potensi produksi atau produktivitas dan daya dukung lahan.

Keadaan iklim aktual (cuaca) pada periode tertentu sangat menentukan pola tanam, jenis komoditi, teknologi usahatani, pertumbuhan, produksi tanaman, serangan hama/penyakit dan lain-lainnya. Apalagi sistem usahatani pada lahan kering, berbagai unsur iklim terutama pola dan distribusi curah hujan sangat dominan terhadap produksi.

Dalam praktek, iklim dan cuaca sangat sulit untuk dimodifikasi/dikendalikan sesuai dengan kebutuhan, walaupun bisa memerlukan biaya dan teknologi yang tinggi. Untuk itu, pendekatan yang memerlukan input rendah adalah menyesuaikan kegiatan budidaya dan paket teknologi pertanian dengan iklim dan cuaca yang ada pada suatu wilayah.

Efektivitas dan efisiensi pestisida untuk pengendalian hama dan penyakit juga sangat ditentukan oleh curah hujan, suhu udara dan kelembaban. Pengendalian hama terpadu (PHT) dengan menggunakan musuh alami yang dimungkinkan atas dasar pengetahuan tentang iklim dan cuaca. Faktor cuaca, suhu, curah hujan, kelembaban dan faktor cuaca lainnya dapat

mempengaruhi cara dan keberhasilan pengendalian hama penyakit, baik yang dilakukan dengan cara kimiawi, hayati maupun kultur teknis.

Kegiatan operasional pertanian memerlukan prakiraan cuaca /iklim yang lebih akurat dan kuantitatif dalam periode harian, dasarian, bulanan atau musiman. Ini dapat dilakukan melalui pengembangan /penerapan sistem analisis dan teknik prakiraan cuaca dan pendugaan iklim yang lebih kuantitatif dengan model statistik. Akurasi analisis dalam prakiraan tersebut sangat tergantung pada ketersediaan, sebaran dan mutu data meteorologi.

Dibandingkan dengan faktor produksi atau sumberdaya pertanian lainnya, peranan dan pertimbangan terhadap sumberdaya iklim dalam pembangunan dan peningkatan produksi pertanian relatif terbatas. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

- a. perbedaan persepsi terhadap karakteristik iklim. Banyak kalangan menganggap iklim bukan sebagai sumberdaya, melainkan sebagai kendala produksi pertanian.
- b. Kurangnya apresiasi terhadap sumberdaya iklim. Sumberdaya iklim yang dinilai bersifat “*given*” harus diterima apa adanya dan tidak perlu dilakukan upaya antisipasi dan upaya memanfaatkannya secara optimal.
- c. Sangat terbatasnya informasi iklim efektif dan aplikatif (berdayaguna) untuk bidang atau kegiatan pertanian. Informasi agroklimat yang efektif dan aplikatif dapat berupa identifikasi, analisis dan interpretasi, prediksi, ramalan, zonasi, modeling dan lain-lain.

Selain sangat erat kaitannya dengan kemampuan dan penguasaan teknik dan metodologi analisis iklim, keterbatasan informasi yang aplikatif dan efektif juga disebabkan oleh terbatasnya jumlah, mutu dan sebaran data iklim. Beberapa faktor penting untuk mengatasi keterbatasan tersebut adalah melalui memperbanyak peralatan/stasiun pengamatan serta penyediaan dan pembinaan SDM untuk meningkatkan mutu pengamatan dan kemampuan analisis.

#### Informasi Iklim dalam Ketahanan Pangan dan Pengembangan Agribisnis

Resiko pertanian akibat pengaruh iklim antara lain terjadi melalui dampak kekeringan, kebasahan atau banjir, suhu tinggi, suhu rendah atau “*frost*”, angin, kelembaban tinggi dan lain-lain. Resiko pertanian akibat iklim tersebut, selain menyebabkan rendahnya hasil baik secara kuantitas maupun kualitas, juga ketidakstabilan produksi pertanian secara nasional. Faktor penyebab resiko pertanian antara lain, fluktuasi dan penyimpangan iklim, ketidaktepatan peramalan iklim, perencanaan usahatani dan pemilihan komoditas/varietas yang kurang sesuai dengan kondisi iklim.

Analisis iklim dalam kaitannya dengan resiko pertanian antara lain adalah pemodelan iklim untuk peramalan iklim dan penyimpangannya, karakteristik dan analisis sifat curah hujan, peluang deret hari kering (tanpa hujan) dalam kaitannya dengan kekeringan, intensitas dan pola curah hujan dalam kaitannya dengan resiko ancaman banjir, erosi dan lain-lain.

Dalam pembangunan pertanian yang lebih berorientasi atau berbasis dan bertujuan untuk optimalisasi dan efisiensi sumberdaya pertanian termasuk sumberdaya agroklimat dibutuhkan suatu sistem pertanian preskriptif (*prescriptif farming*). Sistem preskriptif adalah sistem usaha pertanian yang sesuai (produktivitas tinggi dan efisien) dengan potensi sumberdaya, faktor sosial ekonomi dan kelembagaan (Makarim, Sirman dan Sarlan, 1999).

Dalam sistem pertanian preskriptif dibutuhkan informasi yang lengkap dan handal seluruh komponen dan sub komponen dalam sistem produksi, termasuk iklim (Bell and Doberman, 1997 dalam Surmaini, 2000). Berbeda dengan komponen produksi lain, peluang untuk memanipulasi faktor iklim sangat kecil, sulit diduga tetapi sangat menentukan produktivitas tanaman. Oleh sebab itu, informasi iklim sangat strategis dan menjadi pertimbangan yang lebih dini dalam pengembangan pertanian preskriptif tersebut.

Berdasarkan analisis resiko akibat iklim, dapat dikembangkan sistem pengelolaan lahan yang terintegrasi dengan mempertimbangkan karakteristik biofisik, terutama sumberdaya tanah dan iklim. Untuk lebih efektif dan berdaya hasil tinggi dan berkelanjutan, diperlukan kombinasi optimal antara teknologi produksi dan komoditas dengan sistem pengelolaan sumberdaya lahan secara optimal.

Konsep pertanian tangguh yang antara lain dicirikan oleh sistem agribisnis adalah pertanian yang mampu menghasilkan produksi secara optimal, mantap (stabil) dan berkelanjutan yang secara ekonomi menguntungkan serta mampu melestarikan sumberdaya dan lingkungan. Oleh sebab itu, analisis resiko iklim tidak hanya ditujukan untuk memproteksi tanaman dari deraan iklim, tetapi juga memproteksi atau mengkonservasi sumberdaya lahan secara efektif dan antisipatif.

#### Hambatan Pengembangan Jaringan Pengamatan dan *Data Base* Iklim

Dinamika iklim yang sangat tinggi membutuhkan teknik dan metode analisis yang komprehensif dengan sistem data base yang iklim yang handal dan berkelanjutan. Untuk itu, data base iklim harus diperaharui dan untuk kebutuhan berbagai analisis iklim pada umumnya membutuhkan data seri waktu dalam periode tertentu. Oleh sebab itu, pengkayaan dan pemutakhiran data iklim yang didukung oleh sistem pengamatan yang baik haruslah berkelanjutan.

Selain adanya interaksi antar unsurnya, kondisi iklim suatu lokasi saling berkorelasi dengan lokasi lainnya, baik dalam skala lokal (meso) maupun regional dan global (makro). Oleh sebab itu, untuk menghasilkan informasi iklim dan analisis resiko iklim yang efektif dan akurat dibutuhkan data iklim dari berbagai stasiun pengamatan iklim yang satu sama lain saling melengkapi dan bersifat sinergis (Las, Irianto & Surmaini, 2000).

Kegunaan stasiun iklim adalah : (a) untuk mengetahui kondisi cuaca dan iklim secara *real time* untuk berbagai keperluan/tujuan, (b) pengkayaan data (berdasarkan waktu dan lokasi) untuk keperluan analisis dan interpretasi iklim yang membutuhkan data *time series* dari banyak lokasi, (c) untuk mendukung peramalan/pendugaan iklim. Oleh sebab itu, kerapatan stasiun sangat besar pengaruhnya terhadap akurasi analisis dan interpretasi iklim. Untuk setiap pembangunan stasiun iklim harus diintegrasikan dalam satu sistem dengan stasiun lainnya, tanpa harus mempertimbangkan sistem kepemilikan (Las, Irianto & Surmaini, 2000).

Data iklim yang tersedia saat ini masih sangat terbatas dengan sebaran yang tidak merata. Namun demikian sebagian diantaranya malah *over lapping* akibat belum efektifnya sistem koordinasi dan jejaringan kerjasama antar instansi penyedia dan pengguna data iklim. Jenis unsur iklim yang diamati dan periode pengamatan masih sangat beragam dan sering terputus. Akibatnya sebagian data tidak dapat dimanfaatkan.

Selain sistem koordinasi, standarisasi alat dan sistem pengamatan juga perlu disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan pengamatan dalam suatu jaringan stasiun iklim. Sebagian alat yang ada diamati dengan interval pengamatan yang tidak sama untuk tujuan yang sama atau sebaliknya ada pengamatan yang sama untuk tujuan yang berbeda.

**Sumber :** Fahrizal (2008). *Manfaat informasi iklim bagi pembangunan pertanian*. From : [http://ardidafa78.multiply.com/journal/item/12?&show\\_interstitial=1&u=%2Fjournal%2Fitem](http://ardidafa78.multiply.com/journal/item/12?&show_interstitial=1&u=%2Fjournal%2Fitem).

## **B. bio klimatologi**

Pengertian bioklimatologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang iklim untuk kelangsungan tumbuh kembang makhluk hidup.

## **C. pembentukan dan struktur**

## **D. unsur hara dan nutrient**

Beberapa Unsur Hara Yang Dibutuhkan Tanaman :

Karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O), Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca),



Magnesium (Mg), Belerang (S), Besi (Fe), Mangan (Mn), Boron (B), Mo, Tembaga (Cu), Seng (Zn) dan Klor (Cl).

Unsur hara tersebut tergolong unsur hara Essensial.

Berdasarkan jumlah kebutuhannya bagi tanaman, dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

Unsur Hara Makro

Unsur hara yang diperlukan tanaman dalam jumlah besar

Unsur Hara Mikro

Unsur hara yang diperlukan tanaman dalam jumlah kecil

Unsur Hara Makro

Unsur hara makro meliputi:

N

P

K

Ca

Mg

S

Unsur Hara Mikro

Unsur hara mikro meliputi :

Fe

Mn

B

Mo

Cu

Zn

Cl

Fungsi Unsur Hara Makro (n-p-k)

Banyak para hobiis dan pencinta tanaman hias, bertanya tentang komposisi kandungan pupuk dan prosentase kandungan N, P dan K yang tepat untuk tanaman yang bibit, remaja atau dewasa/indukan. Berikut ini adalah fungsi-fungsi masing-masing unsur tersebut :

Nitrogen ( N )

-Merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan

- Merupakan bagian dari sel ( organ ) tanaman itu sendiri
- Berfungsi untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman
- Merangsang pertumbuhan vegetatif ( warna hijau ) seperti daun
- Tanaman yang kekurangan unsur N gejalanya : pertumbuhan lambat/kerdil, daun hijau kekuningan, daun sempit, pendek dan tegak, daun-daun tua cepat menguning dan mati.

#### Phospat ( P )

- Berfungsi untuk pengangkutan energi hasil metabolisme dalam tanaman
- Merangsang pembungaan dan pembuahan
- Merangsang pertumbuhan akar
- Merangsang pembentukan biji
- Merangsang pembelahan sel tanaman dan memperbesar jaringan sel
- Tanaman yang kekurangan unsur P gejalanya : pembentukan buah/dan biji berkurang, kerdil, daun berwarna keunguan atau kemerahan ( kurang sehat )

#### Kalium ( K )

- Berfungsi dalam proses fotosintesa, pengangkutan hasil asimilasi, enzim dan mineral termasuk air.
- Meningkatkan daya tahan/kekebalan tanaman terhadap penyakit
- Tanaman yang kekurangan unsur K gejalanya : batang dan daun menjadi lemas/rebah, daun berwarna hijau gelap kebiruan tidak hijau segar dan sehat, ujung daun menguning dan kering, timbul bercak coklat pada pucuk daun.

### Unsur hara mikro yang dibutuhkan tanaman

Unsur hara mikro yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah kecil antara lain Besi(Fe), Mangan(Mn), Seng (Zn), Tembaga (Cu), Molibden (Mo), Boron (B), Klor(Cl). Berikut tulisan dari Setio Budi Wiharto (09417/PN) dari UGM Jogjakarta.

#### A. Besi (Fe)

Besi (Fe) merupakan unsure mikro yang diserap dalam bentuk ion feri ( $\text{Fe}^{3+}$ ) ataupun fero ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Fe dapat diserap dalam bentuk khelat (ikatan logam dengan bahan organik). Mineral Fe antara lain olivin ( $\text{Mg, Fe}_2\text{SiO}_4$ ), pirit, siderit ( $\text{FeCO}_3$ ), gutit ( $\text{FeOOH}$ ), magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$ ) Besi dapat juga diserap dalam bentuk khelat, sehingga pupuk Fe dibuat dalam bentuk khelat. Khelat Fe yang biasa digunakan adalah Fe-EDTA, Fe-DTPA dan khelat yang lain. Fe dalam tanaman sekitar 80% yang terdapat dalam kloroplas atau sitoplasma. Penyerapan Fe lewat daun dianggap lebih cepat dibandingkan dengan penyerapan lewat akar, terutama pada tanaman yang

mengalami defisiensi Fe. Dengan demikian pemupukan lewat daun sering diduga lebih ekonomis dan efisien. Fungsi Fe antara lain sebagai penyusun klorofil, protein, enzim, dan berperan dalam perkembangan kloroplas. Sitokrom merupakan enzim yang mengandung Fe porfirin. Kerja katalase dan peroksidase digambarkan secara ringkas sebagai berikut:

a. Catalase :  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

b. Peroksidase :  $\text{AH}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{A} + \text{H}_2\text{O}$

Fungsi lain Fe ialah sebagai pelaksana pemindahan electron dalam proses metabolisme. Proses tersebut misalnya reduksi  $\text{N}_2$ , reduktase sulfat, reduktase nitrat. Kekurangan Fe menyebabkan terhambatnya pembentukan klorofil dan akhirnya juga penyusunan protein menjadi tidak sempurna. Defisiensi Fe menyebabkan kenaikan kadar asam amino pada daun dan penurunan jumlah ribosom secara drastis. Penurunan kadar pigmen dan protein dapat disebabkan oleh kekurangan Fe. Juga akan mengakibatkan pengurangan aktivitas semua enzim.

#### B. Mangan (Mn)

Mangan diserap dalam bentuk ion  $\text{Mn}^{++}$ . Seperti hara mikro lainnya, Mn dianggap dapat diserap dalam bentuk kompleks khelat dan pemupukan Mn sering disemprotkan lewat daun. Mn dalam tanaman tidak dapat bergerak atau beralih tempat dari logam yang satu ke organ lain yang membutuhkan. Mangan terdapat dalam tanah berbentuk senyawa oksida, karbonat dan silikat dengan nama pyrolusit ( $\text{MnO}_2$ ), manganit ( $\text{MnO(OH)}$ ), rhodochrosit ( $\text{MnCO}_3$ ) dan rhodinit ( $\text{MnSiO}_3$ ). Mn umumnya terdapat dalam batuan primer, terutama dalam bahan ferro magnesium. Mn dilepaskan dari batuan karena proses pelapukan batuan. Hasil pelapukan batuan adalah mineral sekunder terutama pyrolusit ( $\text{MnO}_2$ ) dan manganit ( $\text{MnO(OH)}$ ). Kadar Mn dalam tanah berkisar antara 300 sampai 2000 ppm. Bentuk Mn dapat berupa kation  $\text{Mn}^{++}$  atau mangan oksida, baik bervalensi dua maupun valensi empat. Penggenangan dan pengeringan yang berarti reduksi dan oksidasi pada tanah berpengaruh terhadap valensi Mn.

Mn merupakan penyusun ribosom dan juga mengaktifkan polimerase, sintesis protein, karbohidrat. Berperan sebagai aktivator bagi sejumlah enzim utama dalam siklus Krebs, dibutuhkan untuk fungsi fotosintetik yang normal dalam kloroplas, ada indikasi dibutuhkan dalam sintesis klorofil. Defisiensi unsur Mn antara lain : pada tanaman berdaun lebar, interveinal chlorosis pada daun muda mirip kekurangan Fe tapi lebih banyak menyebar sampai ke daun yang lebih tua, pada sereal bercak-bercak warna keabu-abuan

sampai kecoklatan dan garis-garis pada bagian tengah dan pangkal daun muda, split seed pada tanaman lupin.

#### C. Seng (Zn)

Zn diserap oleh tanaman dalam bentuk ion  $Zn^{++}$  dan dalam tanah alkalis mungkin diserap dalam bentuk monovalen  $Zn(OH)^+$ . Di samping itu, Zn diserap dalam bentuk kompleks khelat, misalnya Zn-EDTA. Seperti unsure mikro lain, Zn dapat diserap lewat daun. Kadar Zn dalam tanah berkisar antara 16-300 ppm, sedangkan kadar Zn dalam tanaman berkisar antara 20-70 ppm. Mineral Zn yang ada dalam tanah antara lain sulfida ( $ZnS$ ), spalerit [ $(ZnFe)S$ ], smithzonte ( $ZnCO_3$ ), zinkit ( $ZnO$ ), wellemite ( $ZnSiO_3$  dan  $ZnSiO_4$ ). Fungsi Zn antara lain : pengaktif enzim anolase, aldolase, asam oksalat dekarboksilase, lesitimase, sistein desulfhidrase, histidin deaminase, super oksida demutase (SOD), dehidrogenase, karbon anhidrase, proteinase dan peptidase. Juga berperan dalam biosintesis auxin, pemanjangan sel dan ruas batang.

Ketersediaan Zn menurun dengan naiknya pH, pengapuran yang berlebihan sering menyebabkan ketersediaan Zn menurun. Tanah yang mempunyai pH tinggi sering menunjukkan adanya gejala defisiensi Zn, terutama pada tanah berkapur.

Adapun gejala defisiensi Zn antara lain : tanaman kerdil, ruas-ruas batang memendek, daun mengecil dan mengumpul (resetting) dan klorosis pada daun-daun muda dan intermedier serta adanya nekrosis.

#### D. Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) diserap dalam bentuk ion  $Cu^{++}$  dan mungkin dapat diserap dalam bentuk senyawa kompleks organik, misalnya Cu-EDTA (Cu-ethilen diamine tetra acetate acid) dan Cu-DTPA (Cu diethilen triamine penta acetate acid). Dalam getah tanaman baik dalam xilem maupun floem hampir semua Cu membentuk kompleks senyawa dengan asam amino. Cu dalam akar tanaman dan dalam xilem > 99% dalam bentuk kompleks.

Dalam tanah, Cu berbentuk senyawa dengan S, O,  $CO_3$  dan  $SiO_4$  misalnya kalkosit ( $Cu_2S$ ), kovelit ( $CuS$ ), kalkopirit ( $CuFeS_2$ ), borinit ( $Cu_5FeS_4$ ), luvigit ( $Cu_3AsS_4$ ), tetrahidrit [ $(Cu,Fe)_{12}SO_4S_3$ ], kufirit ( $Cu_2O$ ), sinorit ( $CuO$ ), malasit [ $Cu_2(OH)_2CO_3$ ], adirit [ $(Cu_3(OH)_2(CO_3)_2)$ ], brosanit [ $Cu_4(OH)_6SO_4$ ].

Kebanyakan Cu terdapat dalam kloroplas (>50%) dan diikat oleh plastosianin. Senyawa ini mempunyai berat molekul sekitar 10.000 dan masing-masing molekul mengandung satu atom Cu. Hara mikro Cu berpengaruh pada klorofil, karotenoid, plastokuinon dan plastosianin.

Fungsi dan peranan Cu antara lain : mengaktifkan enzim sitokrom-oksidadase, askorbit-

oksidase, asam butirat-fenolase dan laktase. Berperan dalam metabolisme protein dan karbohidrat, berperan terhadap perkembangan tanaman generatif, berperan terhadap fiksasi N secara simbiotis dan penyusunan lignin. Adapun gejala defisiensi / kekurangan Cu antara lain : pembungaan dan pembuahan terganggu, warna daun muda kuning dan kerdil, daun-daun lemah, layu dan pucuk mongering serta batang dan tangkai daun lemah.

#### E. Molibden (Mo)

Molibden diserap dalam bentuk ion  $\text{MoO}_4^{4-}$ . Variasi antara titik kritik dengan toksis relatif besar. Bila tanaman terlalu tinggi, selain toksis bagi tanaman juga berbahaya bagi hewan yang memakannya. Hal ini agak berbeda dengan sifat hara mikro yang lain. Pada daun kapas, kadar Mo sering sekitar 1500 ppm. Umumnya tanah mineral cukup mengandung Mo. Mineral lempung yang terdapat di dalam tanah antara lain molibderit ( $\text{MoS}$ ), powellit ( $\text{CaMo}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ). Molibdenum (Mo) dalam larutan sebagai kation ataupun anion. Pada tanah gambut atau tanah organik sering terlihat adanya gejala defisiensi Mo. Walaupun demikian dengan senyawa organik Mo membentuk senyawa khelat yang melindungi Mo dari pencucian air. Tanah yang disawahkan menyebabkan kenaikan ketersediaan Mo dalam tanah. Hal ini disebabkan karena dilepaskannya Mo dari ikatan Fe (III) oksida menjadi Fe (II) oksida hidrat.

Fungsi Mo dalam tanaman adalah mengaktifkan enzim nitrogenase, nitrat reduktase dan xantine oksidase. Gejala yang timbul karena kekurangan Mo hampir menyerupai kekurangan N. Kekurangan Mo dapat menghambat pertumbuhan tanaman, daun menjadi pucat dan mati dan pembentukan bunga terlambat. Gejala defisiensi Mo dimulai dari daun tengah dan daun bawah. Daun menjadi kering kelayuan, tepi daun menggulung dan daun umumnya sempit. Bila defisiensi berat, maka lamina hanya terbentuk sedikit sehingga kelihatan tulang-tulang daun lebih dominan.

#### F. Boron (B)

Boron dalam tanah terutama sebagai asam borat ( $\text{H}_2\text{BO}_3$ ) dan kadarnya berkisar antara 7-80 ppm. Boron dalam tanah umumnya berupa ion borat hidrat  $\text{B}(\text{OH})_4^-$ . Boron yang tersedia untuk tanaman hanya sekitar 5% dari kadar total boron dalam tanah. Boron ditransportasikan dari larutan tanah ke akar tanaman melalui proses aliran masa dan difusi. Selain itu, boron sering terdapat dalam bentuk senyawa organik. Boron juga banyak terperap dalam kisi mineral lempung melalui proses substitusi isomorfik dengan  $\text{Al}^{3+}$  dan atau  $\text{Si}^{4+}$ . Mineral dalam tanah yang mengandung boron antara lain turmalin ( $\text{H}_2\text{MgNaAl}_3(\text{BO})_2\text{Si}_4\text{O}_{20}$ ) yang mengandung 3%-4% boron. Mineral tersebut terbentuk dari batuan asam dan sedimen yang telah mengalami metamorfosis.

Mineral lain yang mengandung boron adalah kernit ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), kolamit ( $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), uleksit ( $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ) dan aksinat. Boron diikat kuat oleh mineral tanah, terutama seskuioksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Fungsi boron dalam tanaman antara lain berperan dalam metabolisme asam nukleat, karbohidrat, protein, fenol dan auksin. Di samping itu boron juga berperan dalam pembelahan, pemanjangan dan diferensiasi sel, permeabilitas membran, dan perkecambahan serbuk sari. Gejala defisiensi hara mikro ini antara lain : pertumbuhan terhambat pada jaringan meristematik (pucuk akar), mati pucuk (die back), mobilitas rendah, buah yang sedang berkembang sangat rentan, mudah terserang penyakit.

#### G. Klor (Cl)

Klor merupakan unsure yang diserap dalam bentuk ion  $\text{Cl}^-$  oleh akar tanaman dan dapat diserap pula berupa gas atau larutan oleh bagian atas tanaman, misalnya daun. Kadar Cl dalam tanaman sekitar 2000-20.000 ppm berat tanaman kering. Kadar Cl yang terbaik pada tanaman adalah antara 340-1200 ppm dan dianggap masih dalam kisaran hara mikro. Klor dalam tanah tidak diikat oleh mineral, sehingga sangat mobil dan mudah tercuci oleh air drainase. Sumber Cl sering berasal dari air hujan, oleh karena itu, hara Cl kebanyakan bukan menimbulkan defisiensi, tetapi justru menimbulkan masalah keracunan tanaman. Klor berfungsi sebagai pemindah hara tanaman, meningkatkan osmose sel, mencegah kehilangan air yang tidak seimbang, memperbaiki penyerapan ion lain, untuk tanaman kelapa dan kelapa sawit dianggap hara makro yang penting. Juga berperan dalam fotosistem II dari proses fotosintesis, khususnya dalam evolusi oksigen. Adapun defisiensi klor adalah antara lain : pola percabangan akar abnormal, gejala wilting (daun lemah dan layu), warna keemasan (bronzing) pada daun, pada tanaman kol daun berbentuk mangkuk.

**Sumber :** [www.nasih.staff.ugm.ac.id/pnt3404/4%209417.doc](http://www.nasih.staff.ugm.ac.id/pnt3404/4%209417.doc)  
[blora.org/forum/blog.php](http://blora.org/forum/blog.php)

#### E. impact fertilizer

**PUPUK UREA** adalah pupuk kimia yang mengandung Nitrogen (N) berkadar tinggi. Pupuk Urea berbentuk butir-butir kristal berwarna putih, dengan rumus kimia  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ , merupakan pupuk yang mudah larut dalam air dan sifatnya sangat mudah menghisap air (higroskopis). Pupuk urea yang dijual di pasaran biasanya mengandung unsur hara N sebesar 46% dengan pengertian setiap 100 kg urea mengandung 46 kg Nitrogen.

**PUPUK SP – 36** merupakan sumber hara fosfor bagi tanaman. Pupuk SP – 36 berbentuk butiran berwarna keabu – abuan. Unsur hara Fosfor yang terdapat dalam pupuk SP-36 hampir seluruhnya larut dalam air. Pupuk ini tidak mudah menghisap air, sehingga dapat disimpan cukup lama dalam kondisi penyimpanan yang baik. Sesuai dengan namanya(SP-36) kandungan hara Fosfor dalam bentuk  $P_2O_5$  pada pupuk ini yaitu sebesar 36%.

**PUPUK NPK** merupakan jenis pupuk majemuk yang mengandung unsur hara makro Nitrogen (N) , Phospor (P) dan Kalium (K). Pupuk ini berbentuk butiran (prill) dengan bulatan besar berwarna merah bata. Pupuk ini termasuk pupuk yang tidak mudah menyerap air, sehingga tahan disimpan lama di dalam gudang. Kandungan Nitrogen, Phospor dan Kalium pada pupuk NPK yang dijual di pasaran ini bervariasi. Perbandingan kandungan yang paling lazim dijual di pasaran yaitu :

1. 15 : 15 : 15
2. 15 : 15 : 6 : 4
3. 15 : 15 : 17 : 2

Ket → perbandingan di atas dibaca Nitrogen (%) : Phospor (%) : Kalium (%) : Magnesium (%) pupuk kimia adalah zat substitusi kandungan hara tanah yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Tetapi seharusnya unsur hara tersebut ada di tanah secara alami dengan adanya “siklus hara tanah” misal dari tanaman yang mati kemudian dimakan binatang pengerat/ herbivora, kotorannya atau sisa tumbuhan tersebut diuraikan oleh organisme seperti bakteri, cacing, jamur dan lainnya. nah siklus inilah yang harusnya di jaga, jika menggunakan pupuk kimia terutama bila kebanyakan maka akan memutuskan siklus hara tanah tersebut terutama akan mematikan organisme tanah. jadinya memang subur saat awal tetapi jadi tidak subur dimasa akan datang. Untuk itu sebenarnya perlu dijaga dengan pola tetap menggunakan pupuk organik.

### **DAMPAK DARI PUPUK KIMIA**

Dampaknya zat hara yang terkandung dalam tanah menjadi diikat oleh molekul2 kimiawi dari pupuk sehingga proses regenerasi humus tak dapat dilakukan lagi. Akibatnya ketahanan tanah/ daya dukung tanah dalam memproduksi menjadi kurang hingga nantinya tandus. Tak hanya itu penggunaan pupuk kimiawi secara terus-menerus menjadikan menguatnya resistensi hama akan suatu pestisida pertanian.

Masalah lain adalah penggunaan Urea biasanya sangat boros. Selama pemupukan Nitrogen dengan urea tidak pernah maksimal karena kandungan nitrogen pada urea hanya

sekitar 40-60% saja. Jumlah yang hilang mencapai 50% disebabkan oleh penguapan, pencucian (*leaching*) serta terbawa air hujan (*run off*).

Efek lain dari penggunaan pupuk kimia juga mengurangi dan menekan populasi mikroorganisme tanah yang bermanfaat bagi tanah yang sangat bermanfaat bagi tanaman.

### **TEKNOLOGI PEMUPUKAN DENGAN MIKROORGANISME INDOGENOUS**

Teknologi ini akan memperbaiki kesuburan lahan. Karena teknologi ini disebut juga dengan AGPI yang bermanfaat untuk Memperbaiki sifat kimia, fisika dan biologi tanah sehingga struktur dan tekstur tanah menjadi serasi dan sehat, yang berarti dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman. (baca AGPI)

**SUMBER :** Erianto Simalango (2009). *Dampak Pupuk Kimia*.

<http://eriantosimalango.wordpress.com/2009/06/03/dampak-pupuk-kimia/>

#### **F. impact irrigation**



Jika irigasi baik maka akan berdampak multi efek baik pula. Namun jika saluran irigasi rusak maka siap-siap terhadap dampak yang akan ditimbulkan.

Kebijakan pengelolaan irigasi yang selama ini hanya ditangani pemerintah pada awalnya dapat memberikan dampak yang cukup baik, hal ini dapat dilihat dengan tercapainya swasembada pangan, khususnya beras pada tahun 1984 yang lalu.

Namun keberhasilan tersebut tidak berkelanjutan dan harus berhenti ditengah jalan, bahkan yang semula negara kita bisa swasembada pangan kini justru sebaliknya menjadi negara pengimpor bukan hanya beras namun hampir semua produk dari negara lain telah memenuhi republik ini. Kegagalan tersebut banyak disebabkan oleh dukungan prasarana irigasi dari pemerintah semakin menurun menyebabkan fungsi prasarana irigasi baik kuantitas, kualitas maupun fungsinya mengalami penurunan diakibatkan banyaknya jaringan irigasi yang mengalami degradasi, apalagi setelah Indonesia mengalami krisis moneter pada tahun 1997.



Penurunan fungsi prasarana irigasi tersebut antara lain disebabkan bahwa selama ini masyarakat terus beranggapan pengembangan irigasi hanya dan mutlak menjadi tanggung jawab pemerintah semata, sehingga sebagian petani berpendapat bahwa mereka tidak turut bertanggung jawab bahkan terkesan dibiarkan meskipun kerusakan saluran irigasi itu ada dihadapan matanya.

Ditengah semakin kompleksnya permasalahan pengelolaan irigasi yang terus mencuat bahkan telah menjadi suatu konflik sosial, maka pemerintah mengeluarkan kebijakan melalui Inpres Nomor 3 tahun 1999 tentang Pembaharuan Kebijakan Pengelolaan Irigasi (PKPI) yang kemudian dilanjutkan dengan Reformasi Kebijakan Pengembangan dan Pengelolaan Irigasi yang pada akhirnya diterbitkannya Undang - Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air dan Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2006 tentang Irigasi, dimana Kebijakan Pengelolaan Irigasi dilakukan melalui pendekatan Pengelolaan Irigasi Partisipatif, yang secara substansial sebenarnya sudah lama dikenal melalui pola swadaya atau gotong royong. Untuk wilayah Kabupaten Indramayu telah dikeluarkan Peraturan Daerah Nomor 22 Tahun 2007 tentang Irigasi.

Melalui kebijakan tersebut, pengembangan dalam bentuk pembangunan dan rehabilitasi irigasi tidak hanya menjadi wewenang dan tanggung jawab pemerintah maupun pemerintah daerah, tetapi juga merupakan tanggungjawab petani dan masyarakat secara keseluruhan. Pada dasarnya, pengelolaan irigasi partisipatif adalah suatu pendekatan strategis dalam pengelolaan infrastruktur irigasi melalui keikutsertaan petani dalam semua aspek penyelenggaraan irigasi, termasuk perencanaan, desain, pelaksanaan, pengembangan, pembiayaan, pelaksanaan operasi dan pemeliharaan, pengawasan, pemantauan dan evaluasi serta penyempurnaan sistem dari waktu ke waktu secara berkelanjutan.

Untuk itu dalam rangka mengimplementasikan kebijakan tersebut, kedepan kegiatan Pengembangan Pengelolaan Irigasi Partisipatif merupakan suatu kegiatan atau pola pembangunan yang menjadi salah satu prioritas untuk dilaksanakan yang disesuaikan dengan kondisi setempat.

Dengan adanya pengelolaan irigasi secara partisipatif oleh masyarakat diharapkan dapat meningkatkan rasa kebersamaan, rasa memiliki dan rasa tanggung jawab dalam pengelolaan irigasi oleh P3A sejak dari persiapan awal, pengambilan keputusan, pelaksanaan kegiatan, pengawasan, operasional dan pemeliharaan. Kemudian terpenuhinya pelayanan irigasi yang memenuhi harapan petani melalui upaya peningkatan efisiensi dan efektivitas pengelolaan irigasi yang berkelanjutan.

**Sumber** : Deni. 2012. *Saluran Irigasi, Masyarakat Harus Partisipatif*.  
<http://abihumas.blogspot.com/2012/05/saluran-irigasi-masyarakat-harus.html>

### **G. peranan mikrobiologi tanah**

Bahan organik merupakan bahan-bahan yang dapat diperbaharui, didaur ulang, serta dirombak menjadi unsur yang dapat digunakan oleh tanaman tanpa mencemari tanah dan air. Sumber primer bahan organik adalah jaringan tanaman berupa akar, batang, ranting, daun, dan buah. Bahan organik dihasilkan oleh tumbuhan melalui proses fotosintesis sehingga unsur karbon merupakan penyusun utama dari bahan organik tersebut. Unsur karbon ini berada dalam bentuk senyawa-senyawa polisakarida, seperti selulosa, hemiselulosa, pati, dan bahan-bahan pektin dan lignin. Jaringan tanaman ini akan mengalami dekomposisi dan akan terangkut ke lapisan bawah serta diinkorporasikan dengan tanah. Tumbuhan tidak saja sumber bahan organik, tetapi sumber bahan organik dari seluruh makhluk hidup.

Bahan organik merupakan sumber energi bagi makro dan mikro-fauna tanah. Penambahan bahan organik dalam tanah akan menyebabkan aktivitas dan populasi mikrobiologi dalam tanah meningkat, terutama yang berkaitan dengan aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik.

Di dalam ekosistem, organisme perombak bahan organik memegang peranan penting karena sisa organik yang telah mati diurai menjadi unsur-unsur yang dikembalikan ke dalam tanah (N, P, K, Ca, Mg, dan lain-lain) dan atmosfer (CH<sub>4</sub> atau CO<sub>2</sub>) sebagai hara yang dapat digunakan kembali oleh tanaman, sehingga siklus hara berjalan sebagaimana mestinya dan proses kehidupan di muka bumi dapat berlangsung. Adanya aktivitas organisme perombak bahan organik saling mendukung keberlangsungan proses siklus hara dalam tanah.

#### **Pengertian Mikroorganisme dan Peranannya Dalam Tanah**

Mikroorganisme adalah organisme yang berukuran sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Mikroorganisme dapat disebut mikroba atau jasad renik. Tanah yang subur mengandung lebih dari 100 juta mikroorganisme per gram tanah. Produktivitas dan daya dukung tanah tergantung pada aktivitas mikroorganisme tersebut. Sebagian besar mikroorganisme tanah memiliki peranan yang menguntungkan, yaitu berperan dalam menghancurkan limbah organik, siklus hara tanaman, fiksasi nitrogen, pelarut posfat, merangsang pertumbuhan, biokontrol patogen, dan membantu penyerapan unsur hara.

Organisme tanah berperan penting dalam mempercepat penyediaan hara dan juga sebagai sumber bahan organik tanah. Mikroorganisme tanah sangat nyata perannya dalam hal dekomposisi bahan organik pada tanaman tingkat tinggi. Dalam proses dekomposisi sisa

tumbuhan dihancurkan atau dirombak menjadi unsur yang dapat digunakan tanaman untuk tumbuh.

Mikroorganisme, dalam lingkungan alamiahnya jarang terdapat sebagai biakan murni. Berbagai spesimen tanah atau air boleh jadi mengandung bermacam-macam spesies cendawan, protozoa, algae, bakteri dan virus. Mikroorganisme-mikroorganisme penghuni tanah merupakan campuran populasi dari (a) protozoa seperti amoeba, flagella, ciliata, (b) bakteri (*Clostridium*, *Rhizobium*), (c) alga (ganggang) seperti alga biru, alga hijau, diatom, dan (d) jamur, terutama jamur bertingkat rendah seperti jamur lendir, berbagai ragi dan berbagai *Phycomycetes* dan *Ascomycetes*.

#### Peranan Mikroorganisme Sebagai Dekomposer

Ciri dan kandungan bahan organik tanah merupakan ciri penting suatu tanah, karena bahan organik tanah mempengaruhi sifat-sifat tanah melalui berbagai cara. Hasil perombakan bahan organik mampu mempercepat proses pelapukan bahan-bahan mineral tanah; distribusi bahan organik di dalam tanah berpengaruh terhadap pemilahan (*differentiation*) horison. Proses perombakan bahan organik merupakan mekanisme awal yang selanjutnya menentukan fungsi dan peran bahan organik tersebut di dalam tanah.

Mikroorganisme perombak bahan organik ini terdiri atas fungi dan bakteri. Pada kondisi aerob, mikroorganisme perombak bahan organik terdiri atas fungi, sedangkan pada kondisi anaerob sebagian besar perombak bahan organik adalah bakteri. Fungi berperan penting dalam proses dekomposisi bahan organik untuk semua jenis tanah. Fungi toleran pada kondisi tanah yang asam, yang membuatnya penting pada tanah-tanah hutan masam. Sisa-sisa pohon di hutan merupakan sumber bahan makanan yang berlimpah bagi fungi tertentu mempunyai peran dalam perombakan lignin.

Nitrogen (N) harus ditambat oleh mikroba dan diubah bentuknya menjadi tersedia bagi tanaman. Mikroba penambat N ada yang bersimbiosis dan ada pula yang hidup bebas. Mikroba penambat N simbiotik antara lain *Rhizobium* sp. Mikroba penambat N non-simbiotik misalnya *Azospirillum* sp dan *Azotobacter* sp. Mikroba penambat N simbiotik hanya bisa digunakan untuk tanaman leguminose saja, sedangkan mikroba penambat N non-simbiotik dapat digunakan untuk semua jenis tanaman.

Mikroba tanah lain yang berperan di dalam penyediaan unsur hara adalah mikroba pelarut fosfat (P) dan kalium (K). Tanah pertanian umumnya memiliki kandungan P cukup tinggi (jenuh). Namun, unsur hara P ini sedikit/tidak tersedia bagi tanaman karena terikat pada mineral liat tanah. Di sinilah peranan mikroba pelarut P, mikroba ini akan melepaskan ikatan P dari mineral liat dan menyediakannya bagi tanaman. Banyak sekali mikroba yang

mampu melarutkan P, antara lain *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Pseudomonas* sp, dan *Bacillus megatherium*. Mikroba yang berkemampuan tinggi melarutkan P, umumnya juga berkemampuan tinggi dalam melarutkan K.

Pengertian umum yang saat ini banyak dipakai untuk memahami organisme perombak bahan organik atau biodekomposer adalah organisme pengurai nitrogen dan karbon dari bahan organik (sisa-sisa organik dari jaringan tumbuhan atau hewan yang telah mati) yaitu bakteri, fungi, dan aktinomisetes. Perombak bahan organik terdiri atas perombak primer dan primer sekunder. Perombak primer adalah mesofauna perombak bahan organik, seperti *Colembolla*, *Acarina* yang berfungsi meremah-remah bahan organik menjadi berukuran lebih kecil. Cacing tanah memakan sisa-sisa remah tadi yang dikeluarkan menjadi faeces setelah mengalami pencernaan dalam tubuh cacing. Perombak sekunder ialah mikroorganisme perombak bahan organik seperti *Trichoderma reesei*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *Phanerochaeta crysosporium*, *Cellulomonas*, *Pseudomonas*, *Thermospora*, *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *Penicillium*, dan *Streptomyces*. Adanya aktivitas fauna tanah, memudahkan mikroorganisme untuk memanfaatkan bahan organik, sehingga proses mineralisasi berjalan lebih cepat dan penyediaan hara bagi tanaman lebih baik. Umumnya kelompok fungi menunjukkan aktivitas biodekomposisi paling signifikan, dapat segera menjadikan bahan organik tanah terurai menjadi senyawa organik sederhana yang berfungsi sebagai penukar ion dasar yang menyimpan dan melepaskan nutrisi di sekitar tanaman.

Mikroorganisme perombak bahan organik merupakan aktivator biologis yang tumbuh alami atau sengaja diberikan untuk mempercepat pengomposan dan meningkatkan mutu kompos. Jumlah dan jenis mikroorganisme menentukan keberhasilan proses dekomposisi atau pengomposan. Proses dekomposisi bahan organik di alam tidak dilakukan oleh satu organisme monokultur tetapi dilakukan oleh konsorsia mikroorganisme. Stevenson (1982) menyajikan proses dekomposisi bahan organik dengan urutan sebagai berikut :

1. Fase perombakan bahan organik segar. Proses ini akan merubah ukuran bahan menjadi lebih kecil.
2. Fase perombakan lanjutan, yang melibatkan kegiatan enzim mikroorganisme tanah. Fase ini dibagi lagi menjadi beberapa tahapan :
  - a) Tahapan awal : dicirikan oleh kehilangan secara cepat bahan-bahan yang mudah terdekomposisi sebagai akibat pemanfaatan bahan organik sebagai sumber karbon dan energi oleh mikroorganisme tanah, terutama bakteri. Dihasilkan sejumlah senyawa sampingan seperti :  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ , dan lain-lain.

b) Tahapan tengah : terbentuk senyawa organik tengah/antara (intermediate products) dan biomasa baru sel organism.

c) Tahapan akhir : dicirikan oleh terjadinya dekomposisi secara berangsur bagian jaringan tanaman/hewan yang lebih resisten (misal lignin). Peran fungi dan Actinomycetes pada tahapan ini sangat dominan

3. Fase perombakan dan sintesis ulang senyawa-senyawa organik (humifikasi) yang akan membentuk humus.

Sisa-sisa tanaman dan binatang mengalami perombakan dalam atau di atas tanah pada kondisi-kondisi yang berbeda. Kecepatan perombakan dan hasil-hasil akhir terbentuk bergantung kepada suhu, lengas, udara, bahan kimia dan mikrobia. Semakin tinggi suhu (hingga 40°C) akan semakin mempercepat perombakan. Ini merupakan salah satu alasan bahwa tanah atasan mempunyai kandungan bahan organik rendah. Lengas diperlukan untuk perombakan secara biologis, namun air yang berlebihan sangat menyebabkan kurang udara dan akibatnya akan memperlambat perombakan. Ketersediaan bahan-bahan kimia yang diperlukan sebagai zat hara (terutama N) bagi mikrobia menentukan kecepatan perombakan dan berpengaruh terhadap jenis humus yang dibentuk. Urutan perombakan komponen-komponen bahan organik tanah adalah :

1. Gula, pati, protein-protein yang larut air
2. Protein kasar
3. Hemicelulose
4. Selulosa
5. Minyak, lemak, lignin, lilin

Proses perombakan bahan organik dapat berlangsung pada kondisi aerob dan anaerob. Pengomposan aerob merupakan proses pengomposan bahan organik dengan menggunakan oksigen. Hasil akhir dari pengomposan aerob merupakan produk metabolisme biologi berupa CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, panas, unsur hara, dan sebagian humus. Pengomposan anaerob merupakan pengomposan tanpa menggunakan oksigen. Hasil akhir dari pengomposan anaerob terutama berupa CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> dan sejumlah hasil antara; timbul bau busuk karena adanya H<sub>2</sub>S dan sulfur organik seperti merkaptan.

Hasil-hasil sederhana yang dihasilkan dari aktivitas mikroba tanah adalah sebagai berikut :

- Karbon : CO<sub>2</sub>, CO<sub>3</sub>=, HCO<sub>3</sub>- CH<sub>4</sub>, karbon elementer
  - Nitrogen : NH<sub>4</sub>+, NO<sub>2</sub>-, NO<sub>3</sub>-, gas N<sub>2</sub>
  - Sulfur : S, H<sub>2</sub>S, SO<sub>3</sub>=, SO<sub>4</sub>=, CS<sub>2</sub>
  - Fosfor : H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>-, HPO<sub>4</sub>=

- Lain-lain : H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> dan lain-lain.

Dari pembahasan di atas, kesimpulan yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Mikroorganisme memegang peranan penting dalam aktivitas perombakan di dalam tanah karena tanpa aktivitas mikroba maka segala kehidupan di bumi ini lambat laun akan terhambat. Selain itu, mikroba juga berperan dalam siklus energi, siklus hara, pembentukan agregat tanah, dan lain-lain.
2. Mikroorganisme perombak bahan organik ini terdiri atas fungi dan bakteri. Pada kondisi aerob, mikroorganisme perombak bahan organik terdiri atas fungi, sedangkan pada kondisi anaerob sebagian besar perombak bahan organik adalah bakteri.

**Sumber :** Yatno (2011). *Peranan mikroorganisme tanah terhadap perombakan bahan organik*. <http://yatnodoank.blogspot.com/2011/01/peranan-mikroorganisme-tanah-terhadap.html>

## **H. pengelolaan ekosistem tanah**

### **I. sifat tanaman dan hama tanaman**

Tumbuhan tidak selamanya bisa hidup tanpa gangguan. Kadang tumbuhan mengalami gangguan oleh binatang atau organisme kecil (virus, bakteri, atau jamur). Hewan dapat disebut hama karena mereka mengganggu tumbuhan dengan memakannya. Belalang, kumbang, ulat, wereng, tikus, walang sangit merupakan beberapa contoh binatang yang sering menjadi hama tanaman.

Gangguan terhadap tumbuhan yang disebabkan oleh virus, bakteri, dan jamur disebut penyakit. Tidak seperti hama, penyakit tidak memakan tumbuhan, tetapi mereka merusak tumbuhan dengan mengganggu proses – proses dalam tubuh tumbuhan sehingga mematikan tumbuhan. Oleh karena itu, tumbuhan yang terserang penyakit, umumnya, bagian tubuhnya utuh. Akan tetapi, aktivitas hidupnya terganggu dan dapat menyebabkan kematian. Untuk membasmi hama dan penyakit, sering kali manusia menggunakan obat – obatan anti hama. Pestisida yang digunakan untuk membasmi serangga disebut insektisida. Adapun pestisida yang digunakan untuk membasmi jamur disebut fungisida.

Pembasmi hama dan penyakit menggunakan pestisida dan obat harus secara hati – hati dan tepat guna. Penggunaan pestisida yang berlebihan dan tidak tepat justru dapat menimbulkan bahaya yang lebih besar. Hal itu disebabkan karena pestisida dapat

menimbulkan kekebalan pada hama dan penyakit. Oleh karena itu pengguna obat – obatan anti hama dan penyakit hendaknya diusahakan seminimal dan sebijak mungkin.

Secara alamiah, sesungguhnya hama mempunyai musuh yang dapat mengendalikannya. Namun, karena ulah manusia, sering kali musuh alamiah hama hilang. Akibat hama tersebut merajalela. Salah satu contoh kasus yang sering terjadi adalah hama tikus. Sesungguhnya, secara ilmiah, tikus mempunyai musuh yang memangsanya. Musuh alami tikus ini dapat mengendalikan jumlah populasi tikus. Musuhnya tikus itu ialah Ular, Burung hantu, dan elang. Sayangnya binatang – binatang tersebut ditangkap oleh manusia sehingga tikus tidak lagi memiliki pemangsa alami. Akibatnya, jumlah tikus menjadi sangat banyak dan menjadi hama pertanian.

#### **A. Hama**

Hama tumbuhan adalah organisme yang menyerang tumbuhan sehingga pertumbuhan dan perkembangannya terganggu. Hama yang menyerang tumbuhan antara lain tikus, walang sangit, wereng, tungau, dan ulat.

##### **1. Tikus**

Tikus merupakan hama yang sering kali membuat pusing para petani. Hal ini disebabkan tikus sulit dikendalikan karena memiliki daya adaptasi, mobilitas, dan kemampuan untuk berkembang biak yang sangat tinggi. Masa reproduksi yang relative singkat menyebabkan tikus cepat bertambah banyak. Potensi perkembangbiakan tikus sangat tergantung dari makanan yang tersedia. Tikus sangat aktif di malam hari.

Tikus menyerang berbagai tumbuhan. Bagian tumbuhan yang disarang tidak hanya biji – bijian tetapi juga batang tumbuhan muda. Yang membuat para tikus kuat memakan biji – bijian sehingga merugikan para petani adalah gigi serinya yang kuat dan tajam, sehingga tikus mudah untuk memakan biji – bijian. Tikus membuat lubang – lubang pada pematang sawah dan sering berlindung di semak – semak. Apabila keadaan sawah itu rusak maka berarti sawah tersebut diserang tikus.

Untuk mengatasi serangan hama tikus, dapat dilakukan cara – cara sebagai berikut :

- a. Membongkar dan menutup lubang tempat bersembunyi para tikus dan menangkap tikusnya.
- b. Menggunakan musuh alami tikus, yaitu ular.
- c. Menanam tanaman secara bersamaan agar dapat menuai dalam waktu yang bersamaan pula sehingga tidak ada kesempatan biji tikus untuk mendapatkan makanan setelah tanaman dipanen.

- d. Menggunakan *rodentisida* (pembasmi tikus) atau dengan memasang umpan beracun, yaitu irisan ubi jalar atau singkong yang telah direndam sebelumnya dengan fosforus. Peracunan ini sebaiknya dilakukna sebelum tanaman padi berbunga dan berbiji. Selain itu penggunaan racun harus hati – hati karena juga berbahaya bagi hewan ternak dan manusia.

## 2. Wereng

Wereng adalah sejenis kepik yang menyebabkan daun dan batang tumbuhan berlubang – lubang, kemudian kering, dan pada akhirnya mati. Hama wereng ini dapat dikendalikan dengan cara – cara sebagai berikut :

- a. Pengaturan pola tanam, yaitu dengan melakukan penanaman secara serentak maupun dengan pergiliran tanaman. Pergiliran tanaman dilakukan untuk memutus siklus hidup wereng dengan cara menanam tanaman palawija atau tanah dibiarkan selama 1 – 2 bulan.
- b. Pengendalian hayati, yaitu dengan menggunakan musuh alami wereng, misalnya laba – laba predator *Lycosa Pseudoannulata*, kepik *Microvelia douglasi* dan *Cyrtorhinuss lividipenis*, kumbang *Paederuss fuscipes*, *Ophinea nigrofasciata*, dan *Synarmonia octomaculata*.
- c. Pengendalian kimia, yaitu dengan menggunakan insektisida, dilakukan apabila cara lain tidak mungkin untuk dilakukan. Penggunaan insektisida diusahakan sedemikian rupa sehingga efektif, efisien, dan aman bagi lingkungan.

## 3. Walang Sangit

Walang sangit (*Leptocorisa acuta*) merupakan salah satu hama yang juga meresahkan petani. Hewan ini jika diganggu, akan meloncat dan terbang sambil mengeluarkan bau. Serangga ini berwarna hijau kemerah-merahan.

Walang sangit menghisap butir – butir padi yang masih cair. Biji yang sudah diisap akan menjadi hampa, agak hampa, atau liat. Kulit biji itu akan berwarna hitam – hitam. Faktor – faktor yang mendukung yang mendukung populasi walang sangit antara lain sebagai berikut.

- a. Sawah sangat dekat dengan perhutanan.
  - b. Populasi gulma di sekitar sawah cukup tinggi.
  - c. Penanaman tidak serentak
- Pengendalian terhadap hama walang sangit dapat dilakukan sebagai berikut.
- a. Menanam tanaman secara serentak.



- b. Membersihkan sawah dari segala macam rumput yang tumbuh di sekitar sawah agar tidak menjadi tempat berkembang biak bagi walang sangit.
- c. Menangkap walang sangit pada pagi hari dengan menggunakan jala penangkap.
- d. Penangkapan menggunakan umpan bangkai kodok, ketam sawah, atau dengan alga.
- e. Melakukan pengendalian hayati dengan cara melepaskan predator alami berupa laba – laba dan menanam jamur yang dapat menginfeksi walang sangit.
- f. Melakukan pengendalian kimia, yaitu dengan menggunakan insektisida.

Walang sangit muda (nimfa) lebih aktif dibandingkan dewasanya (imago), tetapi hewan dewasa dapat merusak lebih hebat karena hidupnya lebih lama. Walang sangit dewasa juga dapat memakan biji – biji yang sudah mengeras, yaitu dengan mengeluarkan enzim yang dapat mencerna karbohidrat.

#### **4. Ulat**

Kupu – kupu merupakan serangga yang memiliki sayap yang indah dan beraneka ragam. Kupu – kupu meletakkan telurnya dibawah daun dan jika menetas menjadi larva. Kita bisa sebut larva kupu – kupu sebagai ulat. Pada fase ini, ulat aktif memakan dedaunan bahkan pangkal batang, terutama pada malam hari. Daun yang dimakan oleh ulat hanya tersisa rangka atau tulang daunnya saja.

Upaya pemberantasan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- a. Membuang telur – telur kupu – kupu yang melekat pada bagian bawah daun.
- b. Menggenangi tempat persemaian dengan air dalam jumlah banyak sehingga ulat akan bergerak ke atas sehingga mudah untuk dikumpulkan dan dibasmi.
- c. Apabila kedua cara diatas tidak berhasil, maka dapat dilakukan penyemprotan dengan menggunakan pestisida.

#### **5. Tungau**

Tungau (kutu kecil) bisaanya terdapat di sebuah bawah daun untuk mengisap daun tersebut. Hama ini banyak terdapat pada musim kemarau. Pada daun yang terserang kutu akan timbul bercak – bercak kecil kemudian daun akan menjadi kuning lalu gugur. Hama ini dapat diatasi dengan cara mengumpulkan daun – daun yang terserang hama pada suatu tempat dan dibakar.

#### **Penyakit Tumbuhan**

Jenis – jenis penyakit yang menyerang tumbuhan sangat banyak jumlahnya. Penyakit yang menyerang tumbuhan banyak disebabkan oleh mikroorganisme, misalnya jamur, bakteri, dan alga. Penyakit tumbuhan juga dapat disebabkan oleh virus.

#### **1. Jamur**

Jamur adalah salah satu organisme penyebab penyakit yang menyerang hampir semua bagian tumbuhan, mulai dari akar, batang, ranting, daun, bunga, hingga buahnya. Penyebaran jenis penyakit ini dapat disebabkan oleh angin, air, serangga, atau sentuhan tangan.

Penyakit ini menyebabkan bagian tumbuhan yang terserang, misalnya buah, akan menjadi busuk. Jika menyerang bagian ranting dan permukaan daun, akan menyebabkan bercak – bercak kecokelatan. Dari bercak – bercak tersebut akan keluar jamur berwarna putih atau oranye yang dapat meluas ke seluruh permukaan ranting atau daun sehingga pada akhirnya kering dan rontok.

Jika jamur ini mengganggu proses fotosintesis karena menutupi permukaan daun. Batang yang terserang umumnya akan membusuk, mula – mula dari arah kulit kemudian menjalar ke dalam, dan kemudian membusukkan jaringan kayu. Jaringan yang terserang akan mengeluarkan getah atau cairan. Jika kondisi ini dibiarkan, jaringan kayu akan membusuk, kemudian seluruh dahan yang ada di atasnya akan layu dan mati.

Contoh penyakit yang disebabkan oleh jamur adalah sebagai berikut.

a) Penyakit pada padi.

Penyakit pada ruas batang dan butir padi disebabkan oleh jamur *Pyricularia oryzae*. Ruas – ruas batang menjadi mudah patah dan tanaman padi akhirnya mati. Selain itu, terdapat pula penyakit yang menyebabkan daun padi menguning. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Magnaporthe grisea*.

b) Penyakit embun tepung.

Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Peronospora parasitica*. Jamur ini kadang – kadang menyerang biji yang sedang berkecambah sehingga biji menjadi keropos dan akhirnya mati. Jamur ini kadang – kadang menyerang daun pertama pada kecambah sehingga tumbuhan menjadi kerdil. Tumbuhan kerdil dapat tumbuh terus tapi pada daun – daunnya terdapat kercak – bercak hitam.

Untuk memberantas jamur ini dilakukan pengendalian secara kimia, yaitu dengan pemberian *fungsida* pada tanaman yang terserang jamur.

## 2. Bakteri

Bakteri dapat membusukkan daun, batang, dan akar tumbuhan. Bagian tumbuh tumbuhan yang diserang bakteri akan mengeluarkan lendir keruh, baunya sangat menusuk, dan lengket jika disentuh. Setelah membusuk, lama – kelamaan tumbuhan akan mati. Tumbuhan yang diserang bakteri dapat diatasi dengan menggunakan bakterisida.

Contoh penyakit yang disebabkan oleh bakteri adalah penyakit yang menyerang pembuluh tapis batang jeruk (*citrus vein phloem degeneration* atau CVPD). CVPD

disebabkan oleh bakteri *Serratia marcescens*. Gejalanya adalah kuncup daun menjadi kecil dan berwarna kuning, buah menjadi kuning, sehingga lama – kelamaan akan mati. Penyakit CVPD yang belum parang dapat disembuhkan dengan *terramycin*, yang merupakan sejenis antibiotik.

### 3. Virus

Selain bakteri dan jamur, dalam kondisi yang sehat, tumbuhan dapat terserang oleh virus. Penyakit yang disebabkan oleh virus cukup berbahaya karena dapat menular dan menyebar ke seluruh tumbuhan dengan cepat. Tumbuhan yang sudah terlanjur diserang sulit untuk disembuhkan. Contoh penyakit yang disebabkan oleh virus antara lain penyakit daun tembakau yang berbercak – bercak putis. Penyakit ini disebabkan oleh virus TMV (*tabacco mosaic virus*) yang menyerang permukaan atas daun tembakau. Virus juga dapat menyerang jeruk. Penularan melalui perantara serangga.

### 4. Alga (Ganggang)

Keberadaan alga juga perlu diaspadaai karena dapat menyebabkan bercak karat merah pada daun tumbuhan. Tumbuhan yang biasanya diserang antara lain jeruk, jambu biji, dan rambutan. Bagian tumbuhan yang diserang oleh alga biasanya bagian daun, ditandai adanya bercak berwarna kelabu kehijauan pada daun, kemudian pada permukaannya tumbuh rambut berwarna cokelat kemerahan. Meskipun ukurannya kecil, bercak yang timbul sangat banyak sehingga cukup merugikan

Langkah – langkah yang harus dilakukan agar tumbuhan tidak terserang penyakit antara lain sebagai berikut.

- a) Usahakan tumbuhan selalu dalam kondisi prima atau sehat dengan cara tercukupi segala kebutuhan zat haranya.
- b) Jangan membiarkan tumbuhan terlalu rimbun, pangkaslah sehingga seluruh bagian tumbuhan mendapatkan sinar matahari yang cukup.
- c) Jangan biarkan tumbuhan terserang kutu, tungau, atau hewan yang lain yang serung membawa bakteri atau jamur.
- d) Usahakan lingkungan selalu bersih.
- e) Perhatikan tumbuhan sesering mungkin sehingga penyakit dapat terdeteksi sedini mungkin.
- f) Jika terdapat gejala – gejala yang tampak, pangkaslah bagian tumbuhan (daun, buah, ranting) yang terserang, kemudian dibakar agar tidak menular ke bagian atau tumbuhan yang lainnya.

g) Penggunaan pestisida sebagai alternatif terakhir untuk pengobatan hama dan penyakit pada tumbuhan.

### ***“Penggunaan Pestisida untuk Memberantas Hama dan Penyakit”***

Penggunaan pestisida sintetis membutuhkan kecermatan, baik mengenai pilihan pestisida yang aman maupun petunjuk pemakaiannya. Hasil pemantauan rutin dapat digunakan untuk mengetahui jenis hama dan penyakit yang menyerang, dan menentukan jenis pestisida yang sesuai sasaran. Pemantauan juga bermanfaat agar penyemprotan tidak terlambat dengan menggunakan dosis dan waktu yang tepat sehingga pengendalian hama dan penyakit dapat berhasil.

Pengendalian hama dan penyakit dengan pestisida harus memperhatikan jenis hama dan penyakit yang ada, populasi, serta tahap pengembangan hama tersebut. Penggunaan pestisida dapat dilakukan berdasarkan pertimbangan hal – hal berikut.

- a) Pestisida biologi disesuaikan dengan jenis hama yang menyerang.
- b) Pestisida harus selektif, yaitu untuk hama atau penyakit yang menyerang jenis tanaman tertentu.
- c) Formulasi pestisida harus sesuai. Misalnya untuk hama yang masuk ke dalam bunga kurang cocok jika digunakan penyemprotan, namun lebih efektif jika berbentuk kabut sehingga lebih mudah untuk masuk ke dalam bunga.
- d) Pestisida sistemik (masuk ke jaringan tumbuhan) atau kontak bersentuhan dengan hama, disesuaikan dengan tahap perkembangan hama. Pada fase dewasa, kutu putih mungkin sulit dikendalikan dengan pestisida kontak karena tubuhnya memiliki lapisan luar yang dapat melindunginya dari semprotan langsung. Pestisida sistemik akan lebih efektif karena larva yang baru menetas dan makan daun akan mati karena bahan aktif yang ada dalam tumbuhan akan meracuni hama tersebut.

## **C. Gulma**

Selain hama dan penyakit yang menyerang tumbuhan dan merugikan petani, *gulma* juga perlu mendapat perhatian khusus. Pada petani kadang kurang memperhatikan gulma sehingga dalam kurun waktu tertentu populasi gulma sudah melebihi batas. Gulma – gulma ini akan berkompetisi dengan tanaman utama dalam mendapatkan unsur hara yang diperlukan pertumbuhannya. Gulma dapat menjadi tempat persembunyian hama. Pembersihan gulma sangat penting untuk menekan perkembangan hama yang dapat menyerang tumbuhan.

Berdasarkan karakteristik yang dimiliki, gulma dibedakan menjadi 3 kelompok, yaitu teki, rumput, dan gulma daun lebar.

### **1. Teki**

Kelompok teki – tekian memiliki daya tahan luar biasa terhadap pengendalian mekanis, karena memiliki umbu batang di dalam tanah yang mampu bertahan berbulan – bulan. Contohnya adalah teki ladang (*Cyperus rotundus*).

## **2. Rumput**

Gulma dalam kelompok ini berdaun sempit seperti teki tetapi menghasilkan *stolon*. Stolon ini di dalam tanah berbentuk jaringan rumit yang sulit diatasi secara mekanik. Contohnya adalah alang – alang (*Imperata cylindrica*).

## **3. Gulma daun lebar**

Berbagai macam gulma dari ordo Dicotyledoneae termasuk dalam kelompok ini. Gulma ini biasanya tumbuh pada akhir masa budi daya. Kompetisi terhadap tanaman utama berupa kompetisi cahaya. Contoh dari gulma berdaun lebar ini adalah daun sendok.

### *“Pengendalian Gulma”*

Pengendalian gulma memerlukan strategi yang khas untuk setiap kasus. Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan sebelum melakukan pengendalian gulma antara lain sebagai berikut :

- a) Jenis gulma dominan
- b) Tanaman budi daya utama
- c) Alternatif pengendalian yang tersedia
- d) Dampak ekonomi dan ekologi

Saat ini cukup banyak *herbisida* (pembasmi gulma) yang tersedia di toko pertanian. Meskipun demikian, kita perlu hati – hati dalam memilih dan menggunakan herbisida. Memperhatikan cara pemakaian herbisida dengan benar sangatlah dianjurkan.

Tujuan pembersihan gulma antara lain untuk mengurangi tumbuhan pengganggu yang akan menjadi pesaing tanaman utama. Selain itu juga karena gulma merupakan inang alternatif dan tempat persembunyian hama penyakit.

Setelah mempelajari tentang gulma yang selalu merugikan manusia, ada juga gulma yang tidak merugikan bagi siapapun, yaitu tanaman Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.), entah kenapa tanaman ini termasuk gulma, kami mendapatkan ini dari satu media Internet yang membahas tentang hama dan penyakit tumbuhan. Padahal pengertian dari gulma itu sendiri yaitu tanaman pengganggu yang menekan pertumbuhan hama dan penyakit, dilihat dari sisi manfaat tanaman rosela banyak sekali, antara lain mengatasi batuk, lesu, demam, gusi berdarah, penahan kekejangan, anti cacing, anti bakteri, anti septik, menurunkan kolesterol dalam darah, asam urat. Melihat dari manfaat – manfaat tanaman ini, tanaman ini tidak menunjukkan tanaman yang mendatangkan penyakit bagi manusia, malah sebaliknya,

tanaman ini dapat menyembuhkan beberapa penyakit manusia, jadi mengapa banyak orang yang menyebut tanaman ini menjadi tanaman gulma? Karena tanaman rosela ini mudah sekali terserang penyakit dan menularkannya ke tumbuhan lain, dan banyak sekali hewan – hewan hama hinggap di daun / batangnya.

Sumber : Arie Krisnoanto (2009). *Hama dan Penyakit pada Tumbuhan*.  
<http://rhee7.wordpress.com/2009/04/05/hama-dan-penyakit-pada-tumbuhan/>

## **J. pengendalian hama dan penyakit**

### **RINSIP-PRINSIP PENGENDALIAN HAMA**

Tujuan Pengendalian : mengupayakan agar populasi hama tidak menimbulkan kerugian, melalui cara-cara pengendalian yang efektif, menguntungkan, dan aman terhadap lingkungan

#### **Ada 2 Pendekatan :**

- ☐ **Proaktif** : Upaya mengekang perkembangan hama agar populasinya tetap di bawah ambang ekonominya
  - Penanaman varietas tahan
  - Cara bercocok tanam
  - Penggunaan musuh alami
  - dll
- ☐ **Reaktif** : Upaya menekan perkembangan hama agar populasinya kembali di bawah ambang ekonominya

Umumnya berupa pengendalian kimiawi

### **CARA PENGENDALIAN HAMA**

#### **1. Pengendalian Hama dengan peraturan/ perundang-undangan/ karantina**

Peraturan-peraturan yang dikeluarkan oleh pemerintah sehubungan dengan kegiatan pertanian dan pengendalian hama

Karantina; Dinas yang mengawasi lalu lintas manusia, hewan dan tumbuhan antar daerah atau antar pulau

Untuk hewan dan tumbuhan ☐ karantina pertanian

**Sejarah:** suatu kapal tidak boleh berlabuh karena awak kapal terserang wabah penyakit dan mereka ditahan selama 40 hari

(Quarantine)

Tindakan karantina

- Perlakuan pestisida
- Pelarangan masuk
- Pemusnahan/eradikasi

Sertifikasi

Keterangan yang membuktikan bahwa tanaman/hewan tersebut sehat sehingga dapat dibudidayakan/diternakkan dan dapat dikeluarkan/dimasukkan dari dan ke daerah atau negara

## **2. Pengendalian Hama dengan bercocok tanam atau kultur teknis**

### **a) Pengolahan/pengerjaan tanah**

Ditujukan terhadap hama yang dalam siklus hidup mempunyai fase di dalam tanah

Contoh : Larva famili Scarabaeidae (lundi), larva penggerek batang padi putih (pada pangkal padi) yang berdiapause

### **b) Sanitasi**

- ☐ Pembersihan lahan dari sisa-sisa tanaman terdahulu atau gulmanya
- ☐ Pencabutan tanaman terserang

### **c) Pemupukan**

Pemupukan yang berimbang dengan kebutuhan tanaman antara N, P, K dan unsur-unsur mikro → tanaman sehat → tahan serangan hama

### **d) Pengairan**

Pengairan Irigasi :

Secara langsung : *Scirpophaga innotata*, *Nymphula depunctalis*

Secara tidak langsung : perubahan iklim mikro terutama RH

### **e) Tanam serempak**

- Harus dilaksanakan di areal yang cukup luas, minimal satu hamparan dengan golongan air yang sama
- Tujuannya untuk membatasi

perkembangbiakan serangga hama

**Contoh :**

- Pengendalian walang sangit → pada padi
- Pengendalian lalat kacang → pada kedelai  
(menyerang kotiledon kedelai)

Pengendalian ini secara tidak langsung mengurangi populasi, yaitu pemeratakan serangan per petak (dikonsentrasikan pada petak yang banyak makanannya)

**f) Rotasi/pergiliran tanaman**

- Tujuannya untuk mematikan kehidupan hama yang dengan menghilangkan tanaman inang
- Sangat efektif pada serangga-serangga monofag

**g) Penanaman tanaman perangkap atau bertani secara jalur (*Strip farming*)**

- Tanaman perangkap yang digunakan adalah varietas/tanaman yang paling rentan dan ditanam lebih dahulu
- Menanam minimal dua jenis tanaman di lahan yang sama dalam barisan-barisan (tumpang sari)

**Contoh :** Tumpang sari antara kubis dan tomat dapat mengurangi populasi *Plutella xylostella*

**3. Pengendalian hama dengan menggunakan varietas resisten**

□ Cara ini tidak termasuk cara bercocok tanam, karena yang diganti bukan cara tanam tetapi varietasnya (resisten tidak sama dengan kebal/immune)

□ Sifat resisten didasari oleh faktor genetik

□ **Mekanisme resistensi :**

- **Non Preference** (*anti xenosis*) → tidak dipilih sebagai tempat hidup, tempat bertelur, sebagai makanan atau sebagai tempat berlindung (sifat serangganya)

- **Antibiosis** (dari segi tanamannya) → terjadi pengaruh buruk terhadap kehidupan serangga dalam hal:

\* mortalitas pradewasa meningkat



\* siklus hidup memanjang

\* Keperidian (jumlah telur yang mampu dihasilkan imago betina) menurun

\* Lama hidup imago menurun

- **Toleransi** (dari segi tanamannya) → tanaman dapat mentolelir kerusakan akibat serangan serangga sehingga tanaman tersebut masih dapat hidup dan membentuk bagian-bagian yang baru → masih memproduksi dengan baik

#### **4. Pengendalian secara Fisik dan Mekanik**

**Fisik** : faktor-faktor fisik seperti suhu, kelembaban, cahaya, suara

**Mekanik** : penghalang (barier) pukulan atau tekanan mekanis

##### **a. Suhu (temperatur)**

Dapat digunakan suhu tinggi atau rendah

##### **b. Kelembaban**

Kelembaban relatif diantara tanaman dapat juga diatur dengan mengatur jarak tanam dari pohon pelindung/ peneduh

##### **c. Cahaya**

Serangga fototropik positif (tertarik cahaya), fototropik negatif (menghindari cahaya); Penggunaan lampu perangkap untuk menangkap serangga fototropik positif

Kutu daun tertarik dengan warna kuning

##### **d) Suara**

Penggunaan gelombang ultrasonik

##### **e) Penghalang (barier mekanik)**

Penggunaan pagar seng, plastik, atau parit/selokan (*Spodoptera*) → nokturnal (aktif malam hari)

Penggunaan plastik pembungkus pada buah

##### **f) Penggunaan alat penghancur/pemotong (Chrusher di Amerika Serikat)**

Di Amerika Serikat digunakan untuk memotong/menghancurkan batang jagung setelah panen agar penggerek batang jagung yang ada di dalam terbunuh

#### **5. Pengendalian Hayati**

**Musuh alami serangga hama :**

Predator (pemangsa) → yang dimakan disebut mangsa

Parasitoid → yang diparasit disebut inang

Patogen (mikroorganisme penyebab penyakit) → cendawan, bakteri, virus, protozoa, nematoda

**Definisi** : Pengendalian hama dengan memanfaatkan musuhmusuh alaminya (dengan campur tangan manusia)

Jika tidak ada campur tangan manusia disebut pengendalian alami  
(*Natural control*)

**Teknik atau cara pengendalian hayati :**

**Inokulasi** : Pengelepasan musuh alami (predator/parasitoid) dalam jumlah yang sedikit, diharapkan musuh alami mampu berkembangbiak

**Inundasi** : Pengelepasan musuh alami dalam jumlah besar secara periodik

**Konservasi** : Menciptakan lingkungan yang mendukung dan menguntungkan untuk perkembangan musuh alami

## **6. Pengendalian Hama Secara Genetik**

**Definisi** : Pengendalian serangga hama dengan menggunakan jenisnya sendiri bukan musuh alaminya

**Contoh** : Penggunaan serangga jantan mandul

**a) Teknik Pemandulan :**

- ☐ Radiasi sinar X (rontgen) atau dengan isotop Co60
- ☐ Menggunakan bahan kimia → Chemosterilant
- ☐ Hibridisasi

**b) Penerapan di lapangan** : Pengelepasan serangga jantan mandul dalam jumlah besar dengan harapan agar berkompetisi dengan jantan fertil (tidak mandul) dalam mendapatkan betina

**c) Beberapa syarat yang harus dipenuhi :**

- Serangga tersebut dapat diperbanyak secara massal (dengan biaya murah/ekonomis)
- Serangga yang dimandulkan mampu menyebar secara alami dan mampu bersaing dengan jantan fertil
- Serangga betina hanya berkopulasi satu kali selama hidupnya
- Pengelepasan serangga jantan mandul harus dilakukan pada saat

populasi di alam sedikit/rendah

**d) Beberapa contoh pengendalian hama dengan cara ini :**

\*Pengendalian lalat buah di Amerika Tengah

(Mexico) dan Hawaii

\*Pengendalian lalat ternak (*Screw worm*) *Calytoga*

*hominivorax* di Amerika Tengah dan Selatan

**7. Pengendalian Hama secara kimiawi**

**Definisi :** Pengendalian hama dengan menggunakan bahan kimia beracun untuk melindungi tanaman atau hasil tanaman

Bahan kimia tersebut disebut Pestisida (pest=hama. Sida=racun)

**Bahan-bahan kimia lain yang juga digunakan dalam pengendalian hama:**

- Repellent: zat penolak

- Attractant: zat pemikat

- Antifeedant: zat penolak makan

- Hormon: *Juvenile Hormone*,

Feromon: Feromon Alarm pada semut, lebah, rayap

**Jenis-jenis formulasi pestisida**

**a. Formulasi kering**

D= dust (tepung hembus)

G=granule (butiran) □ furadan 3G

WP= Wettable Powder (tepung yang dapat terbasahkan □ Larvine 25WP

SP= Soluble Powder (tepung yang dapat terlarutkan)

**b. Formulasi Cairan**

- EC= Emulsifiable Concentrate (pekatan yang dapat diemulsikan) □ Bayresil 250EC

- WSC= Water Soluble Concentrate (Pekatan yang dapat dilarutkan dalam air □ Dimecron 50WSC

- S= Solution (larutan) □ Baygon Solution

- *Electrodynamic formulation* (ULV formulation)

**Kandungan bahan dalam pestisida**

• Bahan aktif

- Bahan tambahan
- Bahan pembawa
- Bahan pembasah (*Wetting agent*)
- Bahan perata (*Spreadling agent*)
- Bahan perekat (*Sticker*)
- Bahan pengemulsi
  - Pelarut, dll

### **Penggolongan Insektisida**

#### **a. Berdasarkan cara kerjanya**

- Racun perut (dimakan, dicerna dalam ususnya, disebarkan melalui sel-sel darah dan mencapai daerah sasarannya)
- Racun kontak (kontak dengan integumen)
- Racun nafas (fumigan) → terhisap melalui trakhea (spirakel)

#### **b. Berdasarkan cara masuknya**

- Non sistemik (tidak dapat masuk ke jaringan, hanya menempel pada epidermis daun)
- Semi sistemik (dapat masuk jaringan misalnya melalui stomata)
  - Sistemik (masuk melalui jaringan pembuluh)

#### **c. Berdasarkan bahan kimianya**

##### **\* Insektisida Alami**

Insektisida yang berasal dari tumbuhan seperti nikotin, pyrethrum, dan rotenon

- Pyrethrin berasal dari *Chrysantemum cinerariaefolium*
- Nikotin didapat dari *Nicotiana* sp.
- Rotenon berasal dari akar tuba (*Derris* sp.)
- Azadirachtan berasal dari *Azadirachta indica*

##### **\* Senyawa organik seperti**

- Hidrokarbon ber-klor
- Organofosfat
- Karbamat
- Phyretroid
  - *Insect growth regulator* (IGR)

#### **Keuntungan penggunaan insektisida :**

Praktis, cepat dan hasilnya cepat dapat dilihat

**Kerugian penggunaan Insektisida :**

- a. Pencemaran lingkungan
- b. Keracunan pada aplikator
- c. Resistensi serangga terhadap insektisida
- d. Resurgensi
- e. Timbulnya hama sekunder
- f. Adanya residu pada bahan yang dipanen

**Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memilih insektisida:**

- a) Pilihlah insektisida yang efektif terhadap organisme sasaran
- b) Pilihlah insektisida yang relatif ringan daya racunnya (dapat dilihat pada label □ lihat LD50-nya)
- c) Gunakan insektisida yang mudah terurai di alam (persistensi rendah)
- d) Gunakan insektisida yang relatif selektif terhadap organisme sasaran
- e) Gunakan insektisida yang direkomendasikan untuk jenis tanaman yang akan disemprot

**Alat aplikasi insektisida**

- ☺ Hand sprayer
- ☺ Knapsack sprayer: Tipe otomatis (*Compressed air sprayer*), tipe semi otomatis (*Hydraulic energy sprayer*)
- ☺ Mist Blower
- ☺ Power sprayer
- ☺ ULV sprayer (ULV=Ultra Low Volume)
- ☺ Electrodynamic sprayer

Ukuran cairan semprot yang keluar dari sprayer tergantung nozzle

**Beberapa pengertian dalam aplikasi insektisida/pestisida**

♠ **Cairan semprot** → bentuk insektisida yang telah diencerkan atau dilarutkan dalam air sesuai dengan kepekatan yang dikehendaki (adukan jadi)

♠ **Cairan semprot** dapat berbentuk : suspensi, emulsi, larutan

♠ **Volume semprot** → Jumlah cairan semprot (adukan jadi) yang diaplikasikan per satuan luasan areal

♠ **Konsentrasi** □ Tingkat kepekatan cairan semprot

Konsentrasi dinyatakan dalam ml/liter air, g/liter air, atau dalam persen

♠ **Dosis** □ Jumlah insektisida (formulasi atau bahan aktif) yang digunakan per satuan luas areal atau per satuan tanaman

- Dosis dinyatakan dalam liter/hektar
- Dosis ada 3 yaitu dosis bahan aktif, dosis formulasi, dan dosis cairan semprot

Dari empat pengertian di atas terdapat suatu hubungan yang dapat dituliskan dalam rumus:

Konsentrasi =

Volume semprot

Dosis

WP + air □ suspensi

SP + air □ larutan

EC + air □ emulsi

WSC + air □ larutan

G, D, S □ langsung diaplikasikan

Sumber : Hidayat, Purnama Ph.D, Sartiami,Dewi Msi. *Pengendalian Hama*.

<http://ipb.ac.id/~phidayat/perlintan>

### **K. aplikasi pestisida secara konvensional dan alternatif**

Pengendalian hama terpadu didefinisikan sebagai cara pendekatan atau cara berfikir tentang pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan agroekosistem yang berwawasan lingkungan berkelanjutan. Dengan pengertian ini, konsepsi PHT telah sejalan dengan paradigma pembangunan agribisnis. Konsep PHT muncul dan berkembang sebagai **koreksi** terhadap kebijakan pengendalian hama secara konvensional yang menekankan penggunaan pestisida. Penggunaan pestisida dalam kerangka penerapan PHT secara konvensional ini menimbulkan dampak negatif yang merugikan baik ekonomi, kesehatan, maupun lingkungan sebagai akibat penggunaan yang tidak tepat dan berlebihan.

Pelaksanaan program pengendalian hama terpadu (*Integreted Pest Management*) merupakan langkah yang sangat strategis dalam kerangka tuntutan masyarakat dunia terhadap berbagai produk yang aman dikonsumsi, menjaga kelestarian lingkungan, serta

pengelolaan sumberdaya alam yang berkelanjutan yang memberikan manfaat antar waktu dan antar generasi. Salah satu pertimbangan dasar, pentingnya melakukan introduksi teknologi PHT, adalah adanya pergeseran strategi pembangunan dari pendekatan pertumbuhan, *top down*, dan bersifat jangka pendek (pola pembangunan konvensional) ke arah pendekatan pembangunan pemerataan, partisipatif, jangka panjang dan berkelanjutan yang disebut pola pembangunan berkelanjutan

Penggunaan PESTISIDA dan PUPUK KIMIA menjadi hal yang penting dalam dunia pertanian saat ini, namun ternyata penggunaan yang berlangsung secara terus menerus dan dalam dosis yang tinggi akhirnya penggunaan bahan kimia tidak lagi memberikan solusi peningkatan hasil-hasil pertanian. Hal ini disebabkan karena hama dan penyebab penyakit justru menjadi lebih tahan (resisten) terhadap penggunaan bahan kimia tersebut. Penerapan konsep revolusi hijau ("Green revolution") yang pada awalnya, usaha ini dapat memberikan hasil pertanian yang memuaskan, namun beberapa beberapa saat kemudian justru terlihat gejala-gejala negatif mempengaruhi konsep pertanian tersebut. Konsep revolusi hijau memang menawarkan penggunaan Varietas Hibrida yang berpotensi hasil tinggi dan lebih genjah dibandingkan varietas lokal, namun disayangkan penggunaan varietas ini, perlu diiringi dengan penggunaan pupuk kimia dengan dosis tinggi demikian juga ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit relatif lebih lemah sehingga diperlukan teknik pengendalian hama yang lebih intensif pula. Secara umum Efek negatif dari konsep REVOLUSI HIJAU, saat ini telah terasa antara lain berupa :

1. Resistensi/kekebalan, hama dan penyakit
2. Timbulnya hama baru, yang awalnya bukan merupakan hama utama sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan populasi hama dan patogen sekunder
3. Berkurangnya populasi serangga yang bermanfaat sebagai predator/Parasitoid hama
4. Efek kesehatan terhadap manusia berupa bahan residu kimia yang terkandung dalam tanaman dan juga tanah
5. Tanaman menjadi rapuh dan menjadi mudah terserang hama dan penyakit, yang justru memudahkan timbulnya kerusakan tanaman yang lebih parah

Memperhatikan berbagai efek negatif yang ditimbulkan dari penggunaan PUPUK DAN PESTISIDA KIMIA tersebut, maka mulai diadakan penelitian-penelitian yang mengarah kepada penggunaan jasad hidup untuk penanggulangan kerusakan di dunia pertanian, yang dikenal dengan pengendalian biologi ("Biologic control"). Dalam metode ini dimanfaatkan serangga dan mikro organisme yang bersifat predator dan parasitoid.

Usaha untuk meningkatkan hasil pertanian terus berlanjut dengan memperhatikan aspek KEAMANAN LINGKUNGAN, KESEHATAN MANUSIA dan ASPEK EKONOMI, maka muncul istilah "INTEGRATED PEST CONTROL", integrated pest control dan selanjutnya menjadi integrated pest management (IPM), yang dikenal dengan PENGENDALIAN HAMA TERPADU (PHT) juga ada istilah PENGELOLAAN TANAMAN TERPADU (PTT).

Aspek aspek yang mempengaruhi tingkat keberhasilan dari PHT/PTT, itu sendiri kami perhatikan betul.

#### Aspek KEAMANAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN

Penggunaan bahan alami berupa ekstrak dari tanaman yang bersifat Repellen, kami gunakan sebagai pengendali hama dan penyakit, sehingga dampak negatif berupa residu yang tersisa pada tanaman dan tanah, bisa diminimalisasi. Metode pengendalian hama yang kami lakukan adalah tidak dengan MEMATIKAN HAMA, sehingga efek resistensi/kekebalan hama, tidak terjadi. Teknik penolakan dan mengkondisikan agar hama tidak mau makan tanaman yang sedang dibudidayakan dengan konsep ini kami rasa sudah cukup dalam menerapkan salah satu tehnik pengendalian hama secara terpadu. Dengan konsep ini kita juga tidak perlu khawatir akan timbulnya ledakan hama jenis baru atau timbulnya suatu biotype baru dari jenis hama tertentu. Salah satu metode yang selalu kami kemukakan adalah dengan penggunaan dari pupuk kimia yang rendah, sedangkan sering pula kami ungkapkan bahwa dengan pemberian pupuk kimia yang berlebih adalah menjadi rentannya tanaman terhadap serangan HAMA DAN PENYAKIT. Hasil aplikasi kami diatas menunjukkan hasil, bahwa dengan mengkondisikan tanaman yang sehat ternyata serangan HAMA DAN PENYAKIT JUGA tidak terlalu tinggi KARENA TERBENTUK IMUNITAS DARI "TUBUH" tanaman itu sendiri. Teknik pengendalian hama yang kami kembangkan memang masih menggunakan sekitar 5-10 persen pestisida kimia, sehingga kita tidak perlu khawatir akan residu bahan kimia pada hasil produksi pertanian. Hal ini tentunya menghasilkan hasil produksi yang aman untuk dikonsumsi, tidak seperti halnya hasil yang menggunakan pestisida kimia.

Sumber : <http://kliniktaniorganik.com/?p=1268>

#### **L. pengendalian biologi**

#### **M. hasil resistensi**



## Latar Belakang

Interaksi antara tanaman dan serangga terjadi secara kompleks dan berlangsung sangat lama dan terus-menerus. Tanaman mengembangkan sistem pertahanan diri terhadap serangan serangga, sementara serangga berupaya untuk mengembangkan sistem adaptasi untuk dapat mengatasi sistem pertahanan tanaman.

Fenomena adanya interaksi antara tanaman dengan serangga herbivor telah lama diketahui, diantaranya adalah ditemukannya tanaman yang tidak atau kurang diserang hama diantara tanaman-tanaman yang dibudidayakan, sehingga tanaman tersebut memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman lainnya yang sejenis. Tanaman yang tidak atau kurang diserang oleh hama tersebut kemudian disebut sebagai tanaman resisten. Berbagai teori tentang resistensi tanaman ini kemudian dikembangkan dan dibuktikan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa tanaman mempunyai suatu mekanisme pertahanan. Mekanisme pertahanan tanaman merupakan sebuah manifestasi respon tanaman terhadap serangan serangga herbivor untuk menghindari atau mengurangi kerusakan yang ditimbulkannya. Informasi mekanisme pertahanan tanaman terhadap serangga hama merupakan informasi yang sangat penting bagi para pemulia tanaman untuk dapat menyilangkan tanaman resisten dengan tanaman yang berproduksi tinggi, dengan harapan akan dihasilkan tanaman ideal yang resisten terhadap hama sekaligus memiliki produktivitas tinggi (Anonim, 2007).

Menurut Schoonhoven et. al. (1998) tanaman resisten dan musuh alami merupakan dua faktor dominan untuk mengendalikan populasi serangga herbivor di alam. Pada pendekatan pengendalian hama modern, pemanfaatan tanaman resisten tersebut akan menjadi faktor kunci pengaturan populasi hama pada tanaman budidaya. Varietas tanaman yang tahan terhadap hama akan selalu didambakan petani dan merupakan salah satu komponen penting dalam pengendalian hama secara terpadu, oleh karena itu pengadaannya perlu terus diupayakan. Varietas dengan ketahanan tunggal (vertical resistance) mudah patah oleh timbulnya biotipe hama baru. Karena itu perlu diupayakan untuk merilis varietas dengan ketahanan horisontal atau ketahanan ganda (multiple resistance) atau multilini.

Resistensi tanaman adalah suatu keadaan dimana tanaman tahan terhadap serangan suatu hama. Resistensi tanaman ini erat kaitannya dengan respon tanaman terhadap serangan hama dan keterkaitannya hama terhadap tanaman. Beck (1965) mengemukakan bahwa resistensi tanaman adalah semua ciri dan sifat tanaman yang memungkinkan tanaman terhindar,

mempunyai daya tahan atau daya sembuh dari serangan serangga dalam kondisi yang akan menyebabkan kerusakan lebih besar pada tanaman lain dari spesies yang sama.

Berdasarkan pengamatan yang diperoleh PTB-33 merupakan varietas tahan yang mempunyai mekanisme resistensi tanaman antisenosis terhadap respon tanaman terhadap hama. Hal ini terjadi karena semua wereng coklat dalam tanaman padi varietas PTB-33 mati. Kematian ini terjadi karena wereng coklat sudah tidak tertarik dengan tanaman padi sehingga tidak mau memakannya. Keadaan tanaman padinya pun terlihat masih segar dan hijau karena samasekali tidak tersentuh oleh wereng coklat.

Varietas tanaman dapat disebut tahan apabila memiliki sifat-sifat yang memungkinkan tanaman itu menghindar, atau pulih kembali dari serangan hama pada keadaan yang akan mengakibatkan kerusakan pada varietas lain yang tidak tahan, memiliki sifat-sifat genetik yang dapat mengurangi tingkat kerusakan yang disebabkan oleh serangan hama, memiliki sekumpulan sifat yang dapat diwariskan, yang dapat mengurangi kemungkinan hama untuk menggunakan tanaman tersebut sebagai inang, atau mampu menghasilkan produk yang lebih banyak dan lebih baik dibandingkan dengan varietas lain pada tingkat populasi hama yang sama (Sumarno, 1992).

Padi varietas IR-64 merupakan tanaman padi varietas sedang. Padi ini mempunyai mekanisme resistensi antibiosis karena wereng coklat yang berada pada tanaman padi tersebut masih tetap bertahan dengan jumlah populasi yang sedikit. Wereng coklat yang telah memakan padi varietas nimfanya akan mati, selain itu reproduksi dan perkembangannya pun menjadi terganggu.

Sedangkan padi varietas TN-1 adalah padi varietas rentan. Padi ini mudah sekali terserang oleh hama terutama wereng coklat. Padi ini tidak memiliki mekanisme resistensi. Keadaan padi varietas ini kering berwarna coklat atau yang biasa disebut dengan gejala hopperburn. Pada minggu pertama pengamatan gejala hopperburn sudah terlihat, hal ini menunjukkan bagaimana rentannya padi varietas TN-1. Karena terjadinyahopperburn inilah wereng coklat kehabisan makanan dan akhirnya mati.

Varietas resisten ini dapat digunakan dalam pengendalian hama. Beberapa keuntungan menggunakan varietas resisten dalam pengendalian hama antara lain: (1) mengendalikan populasi hama tetap di bawah ambang kerusakan dalam jangka panjang, (2) tidak berdampak negatif pada lingkungan, (3) tidak membutuhkan alat dan teknik aplikasi tertentu, dan (4) tidak membutuhkan biaya tambahan lain (Wiryadiputra, 1996). Namun demikian penggunaan varietas resisten tidak selamanya efektif, terutama apabila menggunakan varietas dengan

ketahanan tunggal (ketahanan vertikal) secara terus menerus (Liu et al., 2000, Witcombe dan Hash, 2000).

Secara ekonomi keuntungan penggunaan tanaman resisten disebabkan karena tanaman resisten dapat meminimumkan kehilangan hasil akibat serangan hama dan dapat mengurangi pengeluaran untuk penggunaan pestisida. Keuntungan lain dari pemanfaatan tanaman resisten dalam pengendalian hama adalah: berkurangnya penggunaan pestisida kimia yang berarti mengurangi polusi racun kimia pada lingkungan dan dapat mempertahankan atau meningkatkan keanekaragaman spesies. Di samping itu dalam tataran operasional pemanfaatan tanaman resisten kompatibel untuk dikombinasikan dengan hampir semua taktik pengendalian.

Selain menguntungkan, penggunaan tanaman resisten dalam pengendalian tanaman juga mempunyai kelemahan. Oka (1995) menyampaikan beberapa kelemahan penggunaan tanaman resisten terhadap hama berdasarkan pengalaman selama ini, sebagai berikut:

- a) Daya tahan suatu varietas unggul yang berhasil dirakit sampai sekarang terbatas menghadapi beberapa spesies hama saja.
- b) Varietas yang baru berhasil dirakit belum tentu disukai oleh petani dan konsumen, karena belum dapat memenuhi keinginan mereka, seperti rasa, umur tanaman, produktifitas, dan lain-lain.
- c) Memperkenalkan varietas baru kepada petani memerlukan usaha penyuluhan yang intensif dan memakan waktu.
- d) Biaya yang harus disediakan untuk mengganti varietas lama dengan yang baru cukup banyak.
- e) Penelitian memerlukan waktu yang cukup lama untuk menghasilkan satu varietas unggul baru yang tahan terhadap satu spesies hama.
- f) Tidak mudah untuk menggabungkan faktor-faktor ketahanan dari suatu varietas atau organisme ke dalam varietas baru.

Sumber :

Anonim. 2007. Resistensi Tanaman. Bahan Kuliah Interaksi Tanaman Serangga Semester I, 2007/2008. Sekolah Pascasarjana IPB.

Beck, S.D. 1965. Resistance of Plant to Insects. Ann. Rev. Entomol.

Liu, J., D. Liu, W. Tao, W. Li, S. Wang, P. Chen, and D. Gao, 2000. Molecular marker-facilitated pyramiding of different genes for powdery mildew resistance in wheat. Plant Breeding. 119 : 21-24.

Oka, I.N. 1995. Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia. Yogyakarta:Gadjah Mada University Press.

Schoonhoven, L.M., T. Jermy and J.J.A. van Loon. 1998. Insect-Plant Biology, from Physiology to Evolution. London:Chapman & Hall.

Sumarno, 1992. Pemuliaan untuk ketahanan terhadap hama. Prosiding symposium Pemuliaan Tanaman I. Perhimpunan Pemuliaan Tanaman Indonesia, Komisariat Daerah Jawa Timur.

Wiryadiputra, S., 1996. Resistance of Robusta coffea to coffee root lesion nematode, *Pratylenchus coffeae*. Pelita Perkebunan. 12(3) : 137-148.

Witcombe, J.R. and C.T. Hash, 2000. Resistance gen deployment strategies in cereal hybrids using marker-assisted selection: Gene pyramiding, three-way hybrids, and synthetic parent population. Euphytica. 112 : 175-186.

Fitri (2010). Resistensi Tanaman. <http://fitrifatmaw08.student.ipb.ac.id/2010/06/21/hello-world/>

## **N. pengendalian hama penyakit terpadu**

### **PENGENDALIAN HAMA TERPADU (PHT)**

#### **INTEGRATED PEST MANAGEMENT**

##### **Konsep ini muncul karena adanya:**

Pengaruh sampingan dari penggunaan pestisida (resistensi, resurgensi, kematian serangga bukan sasaran, timbulnya hama sekunder)

##### **Definisi PHT (Brader, 1979)**

Sistem pengendalian hama yang dapat dibenarkan secara ekonomi dan berkelanjutan yang meliputi berbagai pengendalian yang kompatibel dengan tujuan memaksimalkan produktivitas tetapi dengan dampak negatif terhadap lingkungan sekecil-kecilnya.

##### **Empat unsur PHT**

1. **Pengendalian Alamiah** □ memahami faktor-faktor yang mempengaruhi populasi hama
2. **AE (Ambang Ekonomi)** dan **TKE (Tingkat Kerusakan Ekonomi)**  
□ untuk mengetahui kapan pengendalian dilakukan
3. **Monitoring** □ mengamati secara berkala populasi hama dan musuh alaminya

4. **Biologi dan ekologi** □ untuk tanaman, musuh alami, dan hama

#### **Pengambilan Contoh dan PHT**

Pengambilan

keputusan

Pengamatan Tindakan

Ekosistem

Ya

Tidak

**1935** telah dilakukan PHT pada tanaman kelapa

(PIR) Hama *Artocarpus catenanthus* (daun tua □

gugur); AE 5 stadia hidup/daun □ berbahaya;

bila 80% terparasit □ tidak apa-apa

**1970** □ PHT didengungkan

**1986** □ Inpres no. 3/1986 tentang

pengendalian hama wereng coklat pada

tanaman padi

#### **PENGENDALIAN HAMA TIKUS TERPADU**

##### **(PHTT)**

Ordo tikus: **Rodentia**

Tikus sawah *Rattus argentiventer*

Tikus rumah *Rattus rattus diardii*

Tikus pohon *Rattus tiomanicus*

Tikus ladang *Rattus exulans*

##### **Definisi:**

Tindakan pengendalian hama tikus dengan berbagai cara yang

tepat, murah bagi petani, aman bagi lingkungan, sehingga

populasi tikus tidak merugikan

##### **Dasar PHTT:**

1. Peran masyarakat □ petani, wanita, tokoh masyarakat,

petugas teknis, aparat pengatur

2. Kerjasama □ intra kelompok tani, antar kelompok tani

3. Perencanaan □ dini, terjadwal

4. Organisasi □ koordinator kelompok tani (Ketua Kelompok

tani), Koordinator umum (Kades)

5. Pengendalian yang tepat □ kontinyu, tepat waktu, berbagai cara – tepat cara, kimia

### **PHTT pada tanaman padi**

#### **Cara Waktu**

Tanam/panen serempak Waktu tanam/ panen serempak

- Perangkap tikus
- Bubu tikus
- Pagar plastik
- Tanaman perangkap

Digunakan pada awal tanam

Gropyokan (langsung secara bersamasama)

Bera, sebelum tanam

Sanitasi lingkungan Setiap saat bila diperlukan

Pemanfaatan musuh alami Sepanjang waktu

Umpan beracun Bera, persemaian, vegetatif padi

Fumigasi (Emposan) Saat generatif padi

#### **Kelebihan tikus daripada serangga hama**

1. Mobilitas tinggi
2. Kemampuan merusak dalam jumlah besar □ waktu singkat
3. Tikus dapat merusak semua stadia pertumbuhan tanaman (sampai pasca panen)
4. Memiliki respon/tanggap terhadap pengendalian dengan cepat untuk menghindar

#### **PHT Padi (Inpres NO. 3 / 1986) :**

**1. Penggunaan pola tanam** □ penanaman serempak, pergiliran tanaman, pergiliran varietas

#### **2. Penanaman varietas unggul tahan hama**

□ Penelitian, memperlambat terbentuknya biotipe baru, anjuran Menteri Pertanian, penyediaan bibit

#### **3. Eradikasi dan sanitasi**

□ untuk tanaman terserang berat/puso, penanaman non padi, bera

#### **4. Penggunaan insektisida secara bijaksana**

□ pengendalian lain tidak efektif (ambang ekonomi: 15

wereng/rumpun), tidak berdampak negatif terhadap musuh alami wereng coklat, wereng tidak resisten, tidak menimbulkan resurgensi, gunakan insektisida tertentu (buprofezin, karbamat, insektisida butiran sistemik)

Pengamatan hama: mengetahui serangan secara dini

Pengendalian dan penyuluhan □ Pengamat hama dan penyakit (PHP), penyuluh, kelompok tani

Koordinasi operasional □ tingkat nasional, daerah

**Pengendalian sebenarnya dapat dikelompokkan ke dalam:**

1. Tindakan Preemptif □ tindakan pencegahan
2. Tindakan Responsif □ tindakan pengendalian

## **O. pelestarian tanaman**

Penanaman pohon bukan saja membantu mengurangi dampak global warming dan dapat bermanfaat bagi penanamnya misalnya sebagai obat, kegiatan tersebut merupakan salah satu di mana anda sudah melakukan bentuk pelestarian lingkungan yang ada di sekitark anda. Ketika menanam tanaman mungkin anda bingung menanam apa selain tanaman hias. Selain menanam tanaman hias kita dapat menanam tumbuhan obat-obatan seperti: Lidah Buaya dan Mahkota Dewa atau juga bisa menanam sayur-sayuran selain dapat dapat mengurangi dampak global warming itu dapat menguntungkan.

Kebanyakan manusia jaman sekarang tidak mau menanam tumbuhan mereka hanya bisa memanfaatkan sumber daya alam tapi manusia tidak mau memperbaharui dan melestarikannya, itulah penyebab kepunahan-kepunahan tanaman yang bermanfaat bagi manusia.

Sumber : Rizki (2011). *Pelestarian Tanaman*. <http://riskisugiyarti.blogspot.com/>

V. Dinamika Agro ekosistem

VI. Pelestarian lingkungan

## **A. PENTINGNYA EKOSISTEM HUTAN BAGI KEHIDUPAN MANUSIA”**

Hutan merupakan satu ekosistem yang sangat penting di muka bumi ini, dan sangat mempengaruhi proses alam yang berlangsung di bumi kita ini. Ada 7 fungsi hutan yang sangat membantu kebutuhan dasar “basic needs” kehidupan manusia, yaitu:

Hidrologis, hutan merupakan gudang penyimpanan air dan tempat menyerapnya air hujan maupun embun yang pada akhirnya akan mengalirkannya ke sungai-sungai melalui mata air-mata air yang berada di hutan. Dengan adanya hutan, air hujan yang berlimpah dapat diserap dan diimpen di dalam tanah dan tidak terbuang percuma.

Melihat topografi Minahasa, bergunung-gunung dan terjal, sehingga banyak lahan-lahan kritis yang mudah tererosi apabila datang hujan. Keberadaan hutan sangat berperan melindungi tanah dari erosi dan longsor.

Hutan pula merupakan tempat memasaknya makanan bagi tanaman-tanaman, dimana di dalam hutan ini terjadi daur unsur haranya (nutrien, makanan bagi tanaman) dan melalui aliran permukaan tanahnya, dapat mengalirkan makanannya ke area sekitarnya. Bayangkan jika kita tak punya lagi dapur alami bagi tanaman-tanaman sekitarnya ataupun bagi tanaman-tanaman air yaang ada di sungai-sungai, maka bumi Minahasa akan merana.

Fungsi penting hutan lainnya adalah sebagai pengatur iklim, melalui kumpulan pohon-pohonnya dapat memproduksi Oksigen (O<sub>2</sub>) yang diperlukan bagi kehidupan manusia dan dapat pula menjadi penyerap carbondioksida (CO<sub>2</sub>) sisa hasil kegiatan manusia, atau menjadi paru-paru wilayah setempat bahkan jika dikumpulkan areal hutan yang ada di daerah tropis ini, dapat menjadi paru-paru dunia. Siklus yang terjadi di hutan, dapat mempengaruhi iklim suatu wilayah.

Hutan memiliki jenis kekayaan dari berbagai flora dan fauna sehingga fungsi hutan yang penting lagi adalah sebagai area yang memproduksi embrio-embrio flora dan fauna yang bakal menembah keanekaragaman hayati. Dengan salah satu fungsi hutan ini, dapat mempertahankan kondisi ketahanan ekosistem di satu wilayah.

Hutan mampu memberikan sumbangan hial alam yang cukup besar bagi devisa negara, terutama di bidang industri, selain kayu hutan juga menghasilkan bahan-bahan lain seperti damar, kopal, terpenin, kayu putih, rotan serta tanaman-tanaman obat.

Hutan juga mampu memberikan devisa bagi kegiatan turismenya, sebagai penambah estetika alam bagi bentang alam yang kita miliki.

## **BAB II**

### **PERMASALAHAN**



## **A. BEBERAPA PERMASALAHAN LINGKUNGAN HIDUP DI INDONESIA**

1. Cukup banyaknya kerusakan lingkungan yang terjadi.
2. Kurangnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya lingkungan hidup.
3. Kurangnya peralatan pengolah lingkungan di Indonesia.
4. Kurangnya pengawasan dari pemerintah pusat maupun daerah.

## **B. BENTUK KERUSAKAN LINGKUNGAN HIDUP**

Berdasarkan faktor penyebabnya, bentuk kerusakan lingkungan hidup dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

### **1. Bentuk Kerusakan Lingkungan Hidup Akibat Peristiwa Alam**

Berbagai bentuk bencana alam yang akhir-akhir ini banyak melanda Indonesia telah menimbulkan dampak rusaknya lingkungan hidup. Dahsyatnya gelombang tsunami yang memporak-porandakan bumi Serambi Mekah dan Nias, serta gempa 5 skala Richter yang meratakan kawasan DIY dan sekitarnya, merupakan contoh fenomena alam yang dalam sekejap mampu merubah bentuk muka bumi.

Peristiwa alam lainnya yang berdampak pada kerusakan lingkungan hidup antara lain:

#### **a. Letusan gunung berapi**

Letusan gunung berapi terjadi karena aktivitas magma di perut bumi yang menimbulkan tekanan kuat keluar melalui puncak gunung berapi.

Bahaya yang ditimbulkan oleh letusan gunung berapi antara lain berupa:

1. Hujan abu vulkanik, menyebabkan gangguan pernafasan.
2. Lava panas, merusak, dan mematikan apa pun yang dilalui.
3. Awan panas, dapat mematikan makhluk hidup yang dilalui.
4. Gas yang mengandung racun.
5. Material padat (batuan, kerikil, pasir), dapat menimpa perumahan, dan lain-lain.

#### **b. Gempa bumi**

Gempa bumi adalah getaran kulit bumi yang bisa disebabkan karena beberapa hal, di antaranya kegiatan magma (aktivitas gunung berapi), terjadinya tanah turun, maupun karena gerakan lempeng di dasar samudra. Manusia dapat mengukur berapa intensitas gempa, namun manusia sama sekali tidak dapat memprediksikan kapan terjadinya gempa.

Oleh karena itu, bahaya yang ditimbulkan oleh gempa lebih dahsyat dibandingkan dengan letusan gunung berapi. Pada saat gempa berlangsung terjadi beberapa peristiwa sebagai akibat langsung maupun tidak langsung, di antaranya:

1. Berbagai bangunan roboh.
2. Tanah di permukaan bumi merekah, jalan menjadi putus.
3. Tanah longsor akibat guncangan.
4. Terjadi banjir, akibat rusaknya tanggul.
5. Gempa yang terjadi di dasar laut dapat menyebabkan tsunami (gelombang pasang).

### **c. Angin topan**

Angin topan terjadi akibat aliran udara dari kawasan yang bertekanan tinggi menuju ke kawasan bertekanan rendah.

Perbedaan tekanan udara ini terjadi karena perbedaan suhu udarayang mencolok. Serangan angin topan bagi negara-negara di kawasan Samudra Pasifik dan Atlantik merupakan hal yang biasa terjadi. Bagi wilayah-wilayah di kawasan California, Texas, sampai di kawasan Asia seperti Korea dan Taiwan, bahaya angin topan merupakan bencana musiman. Tetapi bagi Indonesia baru dirasakan di pertengahan tahun 2007. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan iklim di Indonesia yang tak lain disebabkan oleh adanya gejala pemanasan global.

Bahaya angin topan bisa diprediksi melalui foto satelit yang menggambarkan keadaan atmosfer bumi, termasuk gambar terbentuknya angin topan, arah, dan kecepatannya. Serangan angin topan (puting beliung) dapat menimbulkan kerusakan lingkungan hidup dalam bentuk:

1. Merobohkan bangunan.
2. Rusaknya areal pertanian dan perkebunan.
3. Membahayakan penerbangan.
4. Menimbulkan ombak besar yang dapat menenggelamkan kapal.

### **2. Beberapa bentuk kerusakan lingkungan hidup karena faktor manusia, antara lain:**

1. Terjadinya pencemaran (pencemaran udara, air, tanah, dan suara) sebagai dampak adanya kawasan industri.
2. Terjadinya banjir, sebagai dampak buruknya drainase atau sistem pembuangan air dan kesalahan dalam menjaga daerah aliran sungai dan dampak pengrusakan hutan.

3. Terjadinya tanah longsor, sebagai dampak langsung dari rusaknya hutan.

**3. Beberapa ulah manusia yang baik secara langsung maupun tidak langsung membawa dampak pada kerusakan lingkungan hidup antara lain:**

1. Penebangan hutan secara liar (penggundulan hutan).
2. Perburuan liar.
3. Merusak hutan bakau.
4. Penimbunan rawa-rawa untuk pemukiman.
5. Pembuangan sampah di sembarang tempat.
6. Bangunan liar di daerah aliran sungai (DAS).
7. Pemanfaatan sumber daya alam secara berlebihan di luar batas.

### **BAB III**

#### **UPAYA PELESTARIAN**

Pelestarian lingkungan hidup yang dilakukan di Indonesia mengacu pada UU No.23 1997. UU ini berisi tentang rangkaian upaya untuk melindungi kemampuan lingkungan hidup terhadap tekanan perubahan dan dampak negative yang ditimbulkan suatu kegiatan. Upaya ini dilakukan agar kekayaan sumberdaya alam yang ada dapat berlanjut selama ada kehidupan.

##### **1. Upaya yang Dilakukan Pemerintah**

Hal-hal yang dilakukan pemerintah antara lain:

1. Mengeluarkan UU Pokok Agraria No. 5 Tahun 1960 yang mengatur tentang Tata Guna Tanah.
2. Menerbitkan UU No. 4 Tahun 1982, tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup.
3. Memberlakukan Peraturan Pemerintah RI No. 24 Tahun 1986, tentang AMDAL (Analisa Mengenai Dampak Lingkungan).
4. Pada tahun 1991, pemerintah membentuk Badan Pengendalian Lingkungan,

##### **Tujuan pokok Badan Pengendalian Lingkungan:**

1. Menanggulangi kasus pencemaran.

2. Mengawasi bahan berbahaya dan beracun (B3).
3. Melakukan penilaian analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL).
4. Mencanangkan gerakan menanam sejuta pohon.

## **2. Upaya Pelestarian Lingkungan Hidup oleh Masyarakat Bersama Pemerintah**

Beberapa upaya yang dapat dilakukan masyarakat berkaitan dengan pelestarian lingkungan hidup antara lain:

### **a. Pelestarian tanah (tanah datar, lahan miring/perbukitan)**

Upaya pelestarian tanah dapat dilakukan dengan cara menggalakkan kegiatan menanam pohon atau penghijauan kembali (reboisasi) terhadap tanah yang semula gundul. Untuk daerah perbukitan atau pegunungan yang posisi tanahnya miring perlu dibangun terasering atau sengkedan, sehingga mampu menghambat laju aliran air hujan.

### **b. Pelestarian udara**

Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga agar udara tetap bersih dan sehat antara lain:

- 1) Menggalakkan penanaman pohon atau pun tanaman hias di sekitar kita  
Tanaman dapat menyerap gas-gas yang membahayakan bagi manusia. Tanaman mampu memproduksi oksigen melalui proses fotosintesis. Rusaknya hutan menyebabkan jutaan tanaman lenyap sehingga produksi oksigen bagi atmosfer jauh berkurang, di samping itu tumbuhan juga mengeluarkan uap air, sehingga kelembapan udara akan tetap terjaga.
- 2) Mengupayakan pengurangan emisi atau pembuangan gas sisa pembakaran, baik pembakaran hutan maupun pembakaran mesin Asap yang keluar dari knalpot kendaraan dan cerobong asap merupakan penyumbang terbesar kotornya udara di perkotaan dan kawasan industri. Salah satu upaya pengurangan emisi gas berbahaya ke udara adalah dengan menggunakan bahan industri yang aman bagi lingkungan, serta pemasangan filter pada cerobong asap pabrik.
- 3) Mengurangi atau bahkan menghindari pemakaian gas kimia yang dapat merusak lapisan ozon di atmosfer Gas freon yang digunakan untuk pendingin pada AC maupun kulkas serta dipergunakan di berbagai produk kosmetika, adalah gas yang dapat bersenyawa dengan gas ozon, sehingga mengakibatkan lapisan ozon menyusut. Lapisan ozon adalah lapisan di atmosfer yang berperan sebagai filter bagi bumi, karena mampu memantulkan kembali sinar

ultraviolet ke luar angkasa yang dipancarkan oleh matahari. Sinar ultraviolet yang berlebihan akan merusakkan jaringan kulit dan menyebabkan meningkatnya suhu udara. Pemanasan global terjadi di antaranya karena makin menipisnya lapisan ozon di atmosfer.

### **c. Pelestarian hutan**

Upaya yang dapat dilakukan untuk melestarikan hutan:

1. Reboisasi atau penanaman kembali hutan yang gundul.
2. Melarang pembabatan hutan secara sewenang-wenang.
3. Menerapkan sistem tebang pilih dalam menebang pohon.
4. Menerapkan sistem tebang–tanam dalam kegiatan penebangan hutan.
5. Menerapkan sanksi yang berat bagi mereka yang melanggar ketentuan mengenai pengelolaan hutan.
6. Ikut berpartisipasi dalam kegiatan pecinta alam.
7. Memasok peralatan yang canggih.
8. Melakukan penyuluhan pada masyarakat akan pentingnya lingkungan hidup.

### **d. Pelestarian laut dan pantai**

Adapun upaya untuk melestarikan laut dan pantai dapat dilakukan dengan cara:

1. Melakukan reklamasi pantai dengan menanam kembali tanaman bakau di areal sekitar pantai.
2. Melarang pengambilan batu karang yang ada di sekitar pantai maupun di dasar laut, karena karang merupakan habitat ikan dan tanaman laut.
3. Melarang pemakaian bahan peledak dan bahan kimia lainnya dalam mencari ikan.
4. Melarang pemakaian pukat harimau untuk mencari ikan.

### **e. Pelestarian flora dan fauna**

Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian flora dan fauna di antaranya adalah:

1. Mendirikan cagar alam dan suaka margasatwa.
2. Melarang kegiatan perburuan liar.
3. Menggalakkan kegiatan penghijauan.

## **BAB IV**

## **KESIMPULAN**

1. Kita sebagai generasi muda yang baik harus ikut serta dalam upaya melestarikan lingkungan karena lingkungan adalah tempat dimana kita hidup.
2. Dengan melestarikan lingkungan berarti kita telah menyelamatkan beribu bahkan berjuta juta nyawa. Karena banyak nyawa yang melayang itu banyak disebabkan adanya kerusakan lingkungan.
3. “Lingkungan hidup” merupakan tempat berinteraksi makhluk hidup yang membentuk suatu system jaringan kebutuhan, yaitu: jenis dan jumlah masing- masing unsur lingkungan, interaksi antar unsur dalam lingkungan hidup, perilaku dan kondisi unsur lingkungan hidup dan factor material, seperti suhu dan cahaya.
4. “Lingkungan hidup”, sering disebut sebagai lingkungan, adalah istilah yang dapat mencakup segala makhluk hidup dan tak hidup di alam yang ada di Bumi atau bagian dari Bumi, yang berfungsi secara alami tanpa campur tangan manusia yang berlebihan. Lawan dari lingkungan hidup adalah lingkungan buatan, yang mencakup wilayah dan komponen-komponennya yang banyak dipengaruhi oleh manusia.
5. Kehidupan manusia tidak bisa dipisahkan dari lingkungannya. Baik lingkungan alam maupun lingkungan sosial. Kita bernapas memerlukan udara dari lingkungan sekitar. Kita makan, minum, menjaga kesehatan, semuanya memerlukan lingkungan.